

**Fiskesamfunnene i de dypere  
områdene av Oslofjorden. Med  
hovedvekt på dominerende arter,  
samt vekst og diett hos skrubbe  
*Platichthys flesus* (L.)**

Kjetil Raastad

Masteroppgave

Våren 2007



**UNIVERSITETET I OSLO  
Biologisk Institutt  
Avdeling for Marin Biologi og Limnologi**

13.03.07

## Sammendrag

37 arter fisk ble samlet inn ved hjelp av 28 tråldrag ved lokaliteter som er representative for dypvannsområdene (65-190 meter) i Oslofjorden i perioden Oktober 2004-Mai 2006. Totalt ble det samlet inn 5466 fisk. Individfordelingen av de 37 artene kan grovt tilnærmes en trunkert log-normal fordeling. Undersøkelsen viser at dypvannet i Oslofjorden hovedsakelig domineres av 5 arter (hvitling, øyepål, gapeflyndre, hyse og torsk). Det ble funnet signifikante forskjeller i artskomposisjon mellom ulike avsnitt av fjorden og individantallet per 30 minutter tråling hadde en signifikant positiv lineær sammenheng med temperaturen i dypvannet.

43 skrubbe ble samlet inn fra Lysakerfjorden i Indre Oslofjord for analyse av vekst og fødevalg. Undersøkelsen viser at yngre aldersgrupper domineres av hanner, eldre av hunner noe som tyder på at hanner har høyere dødelighet. Det var en signifikant korrelasjon mellom lengde og vekt. Lengde og vekt for hver aldersgruppe viste imidlertid stor variasjon. Børstemark og muslinger utgjorde majoriteten av skrubbens føde i Lysakerfjorden.

## Abstract

37 species of fish was sampled in the deeper areas of the Oslofjord (65-190 m) between October 2004 and May 2006. A total of 5466 fish collected from 28 trawl hauls. The species abundance distribution fits a lognormal curve. This survey shows that 5 species of fish (whiting, norway pout, american plaice, haddock and cod) dominates the deep sea areas of the Oslofjord. Sub-areas of the fjord show different species composition, and there was a significant relationship between bottom temperature and total abundance.

43 flounder was collected from Lysakerfjorden. A description of population parameters concerning growth and feeding preferences of a local population of flounder, *Platichthys flesus* (L.) in the inner Oslofjord is given. Male flounder have a higher natural mortality rate than female flounder. There was a significant relationship between length and weight. There was large variation in weight and length for each age group. Polychetaes and mussels appears to be the most important categories of prey for flounder in Lysakerfjorden.

## **Forord**

Denne oppgaven ble skrevet ved Avdeling for Marinbiologi og Limnologi, Biologisk Institutt ved Universitetet i Oslo. Oppgaven er skrevet under veiledning av Karl Inne Ugland og Thorvin Andersen.

En stor takk til Karl Inne Ugland for solide tilbakemeldinger, hjelp med valg av oppgave og tilnærming til denne, takk også til Thorvin Andersen for nyttige råd både om det ene og det andre underveis.

En takk rettes også til mannskapet på F/F Trygve Braarud, Sindre Holm og Jan Sundøy, som bidro med fisk og generell kunnskap om livet om bord. Takk også til Rita Amundsen og Sidsel Øverås som bestandig har vært hjelpsomme med utstyr og godt humør.

Mest av alt vil jeg takke min familie og venner som hele tiden har motivert meg.

# Innhold

<b>1.0 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 Områdebeskrivelse	2
1.1.1 Oslofjorden	2
1.1.2 Stasjonene	6
1.1.3 Hydrografi	8
1.1.4 Oslofjordens dynamikk	10
1.2 Skrubbe - <i>Platichthys flesus</i> (L.)	14
<b>2.0 Materiale og metode</b>	<b>15</b>
2.1 Innsamling av fisk	15
2.2 Arts/Individ fordelinger	16
2.3 Biodiversitetsindekser	17
2.4 Biologiske parametere hos skrubbe	17
Alder	17
Vekst	18
Diett	19
2.5 Statistiske metoder	21
<b>3.0 Resultater</b>	<b>22</b>
3.1 Artsfordelingen	22
3.2 Diversitetsindeksene	34
3.3 Hydrografiske faktorer	37
3.4 Biologiske parametre til skrubbe i Indre Oslofjord	42
Alder, lengde og vekt	42
Vekst	44
Diett	47
<b>4.0 Diskusjon</b>	<b>50</b>
4.1 Metode	50
4.2 Artsfordelingen	51
4.3 Variabiliteten i artsantallet	53
4.4 Forekomstene i tråldragene	54
4.5 Diversitetsindeksene	55
4.6 Hydrografiske faktorer	56
4.7 De viktigste artene	58
4.8 Sammenligning mellom Indre, Midtre og Ytre fjord	60
4.9 Sammenligning med tidligere undersøkelser	61
4.10 Biologiske parametre hos skrubbe	64
Metode	64
Alder	65
Vekst	65
Diett	66
<b>5.0 Konklusjoner</b>	<b>68</b>

<b>Referanser</b>	<b>69</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>75</b>
Vedlegg 1 - Detaljkart over Indre Oslofjord, Midtre og Ytre Fjord samt Lysakerfjorden med Killingen.	75
Vedlegg 2: Tråldragenenes koordinater og dybde	79
Vedlegg 3: Hydrografi	79
Vedlegg 4: Totalfangst samfunnsundersøkelse	80
Vedlegg 5: C <sub>30</sub> fangst samfunnsundersøkelse	83
Vedlegg 6: Totalfangst skrubbe	87
Vedlegg 7: Standardisert (C <sub>30</sub> ) andel av artsindivider ved alle lokaliteter. Rangert etter andel av totalfangst ved hver stasjon.	89
Vedlegg 8: Resultater diversitetsindekser	90
Vedlegg 9: Hydrografiske profiler ved alle stasjoner	91

## 1.0 Innledning

Ved Forskningsgruppen for Marin Biodiversitet ved Biologisk Institutt, Universitet i Oslo, ble det høsten 2004 igangsatt en undersøkelse av biologien til torsk og hyse i tillegg til en undersøkelse av kveisinfeksjonen i fisk og sel i Oslofjorden. Camilla Fagerli og Silje Ramsvatn undersøkte vekst og kondisjonsforholdene hos henholdsvis torsk og hyse, Rune R. Hansen og Martin Malmstrøm samarbeidet om kveisinfeksjonen i fisk og sel. Trål ble benyttet for innsamling av data, og som en følge av dette ble det tatt store bifangster av annen fisk. Dette muliggjorde en undersøkelse av fiskesamfunnene i Oslofjordens dypvann (65-190 meter).

Elliot og Hemingway (2002) definerer fire habitatfunksjoner som essensielle for fisk i estuarier: gyteplasser, oppvekstområder, næringsområder og som mellomstasjon for diadrome arter.

Til tross for at Oslofjorden utfyller en rekke habitatfunksjoner og har en sentral plassering (landområdene rundt Oslofjorden huser omlag 40 % av Norges befolkning) er det foretatt svært få undersøkelser av hele fiskesamfunn i dypvannet (Nash 1985), med kun fem publikasjoner: Hjort og Dahl (1900), Hjort og Ruud (1938), Stålesen (1963), Lid (1967), Nash (1985), i tillegg til en gjennomgang av tidligere publisert materiale av Ruud (1968).

Hensikten med den første delen av min oppgave er å beskrive de samfunnene av bunnfisk som befinner seg på dybder mellom 65-190 meter, følgende problemstillinger ble derfor valgt ved prosjektets start:

- Finnes det noen generelle trekk ved hvordan sammensetningen av bunnfiskarter er i Oslofjorden?
- Er det noen forskjell i artssammensetningen av bunnfisk mellom Indre, Midtre og Ytre Oslofjord?
- Er det variasjon i biodiversitet mellom de ulike lokalitetene?
- Er det noen sammenheng mellom hydrografiske faktorer og artsrikhet/individantall?
- Har det vært noen endringer i komposisjonen av arter i Oslofjorden i forhold til tidligere undersøkelser?

Parallellt med undersøkelsen av fiskesamfunnene har jeg valgt meg ut en av artene som forekom i tråldragene, skrubbe, *Platichthys flesus* (L.), for å beskrive dennes biologi med hovedvekt på vekst og diett.

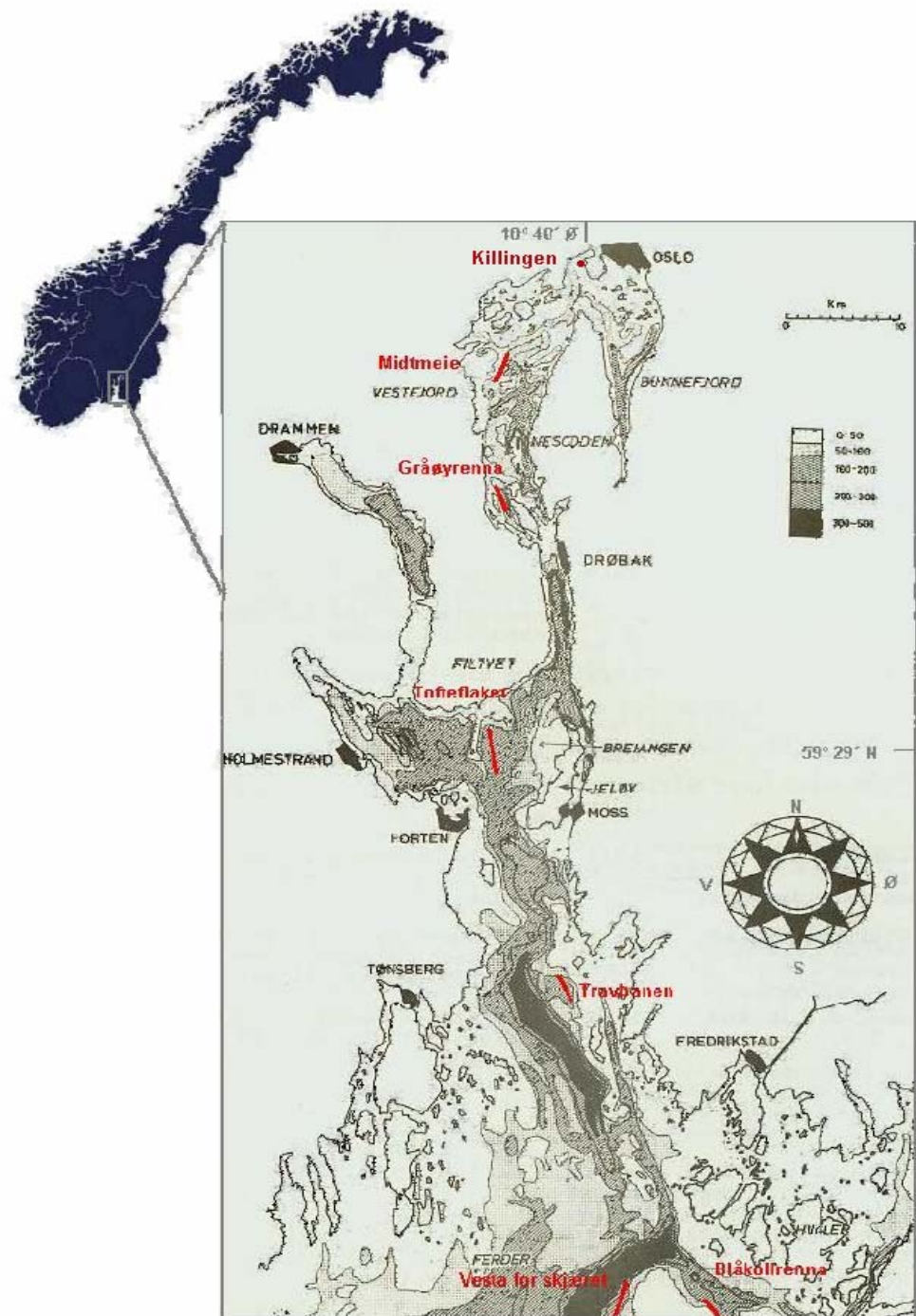
Følgende problemstillinger ble valgt ved undersøkelse av biologien til skrubbe:

- Hvordan er skrubbas vekst i Indre Oslofjord?
- Hva er skrubbas diett i Indre Oslofjord?

## 1.1 Områdebeskrivelse

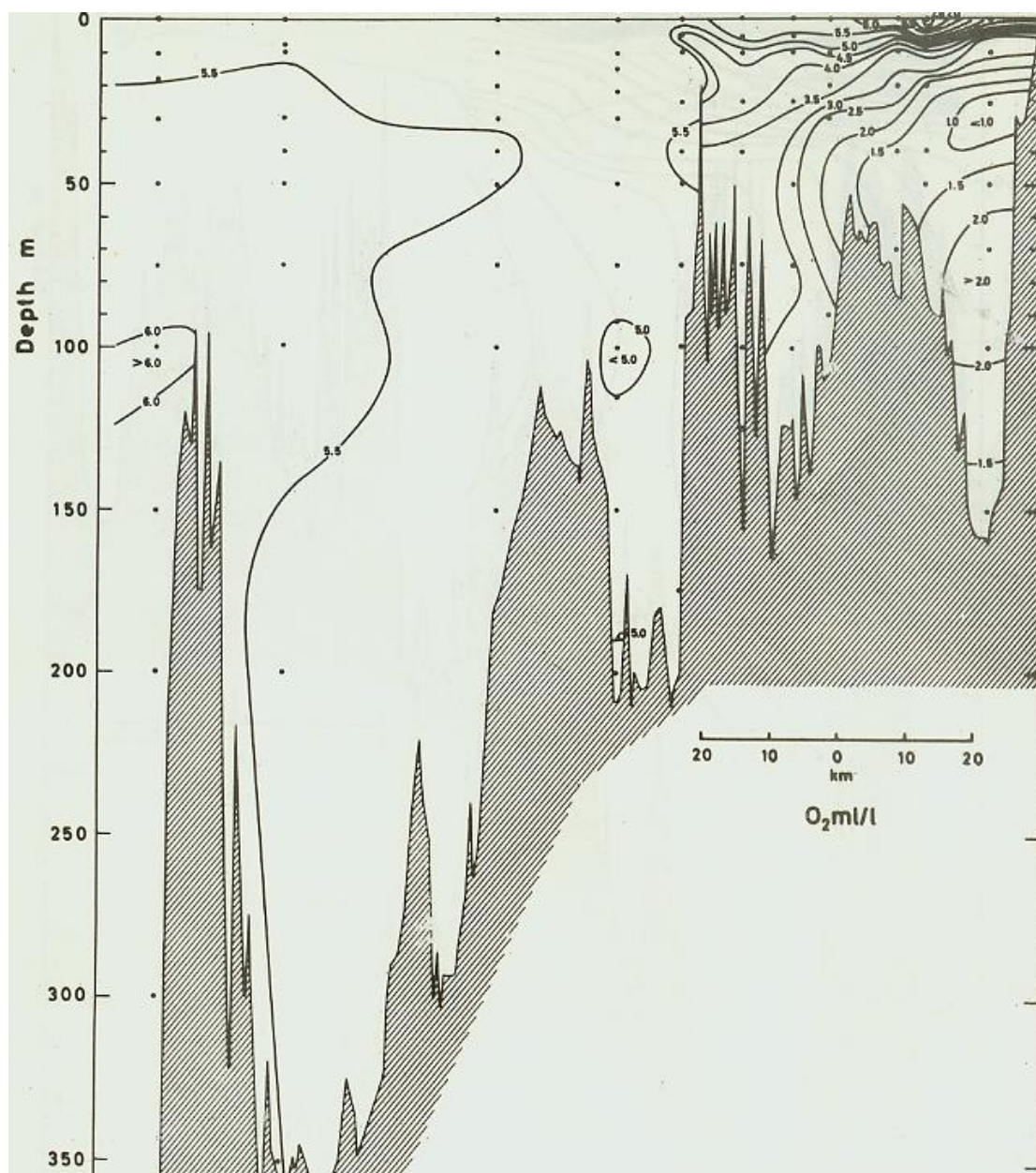
### 1.1.1 Oslofjorden

Oslofjorden (Figur 1.1) avgrenses geografisk av Torbjørnskjær i sør og av Oslo og Akershus i nord (Gjøsæter 1997). Den er en terskelfjord (Figur 1.2) med et overflateareal på ca. 1644 km<sup>2</sup>, og kan naturlig inndeles i en indre og en ytre del, hvor Drøbacterskelen danner skillet. Drøbacterskelen er en del av en morene rygg, og strekker seg fra Hurum landet i vest via småskjær og drøbakgrunnen til drøbaksiden i øst. På østsiden ligger Drøbacterskelens største dyp (19.5 meter), hvilket representerer kun 12 % av det største dypet observert i Vestfjorden, (164 m) (Andersen *et al.* 1969). På vestsiden stiger imidlertid terskelen opp til 1 meter under overflaten, dette skyldes en kunstig forsvarsmur som ble konstruert som del av det marine forsvaret på 1870 tallet. Videre er det også vanlig å dele Ytre fjord videre inn i en ytre og en midtre del (Andersen *et al.* 1969; Gjøsæter 1997). Midtre Fjord avgrenses da fra Ytre fjord av Jeløyterskelen i sør (Moss-Horten), og av Drøbacterskelen i nord (Drøbak-Hurum). I denne oppgaven vil fokus være på dypvannsområder nord for Drøbacterskelen og utvalgte områder i fjordens Midtre og Ytre del.



**Figur 1.1** Oversiktskart (Bathymetrisk) over Oslofjorden med plassering av trålstasjoner, og lokalitet for innsamling av skrubbe (Killingen).





Figur 1.2 Oslofjordens terskler representert som snitt fra sør til nord

**Indre Oslofjord**

Indre Oslofjord kan deles inn i to dype hovedbassenger: Vestfjorden og Bunnefjorden. Det fysiske skillet mellom Vestfjorden og Bunnefjorden utgjøres av Bygdøy/Nesoddenterskelen som er et grunnere område på ca. 50 meter. På begge sider av denne terskelen finnes dyp ned mot 150 m. Bunnefjorden er en jevn dyp renne som går ned til ca 154 meters dyp. I Vestfjorden varierer dybdene mye mer enn i den relativt jevndype Bunnefjorden og avstanden er ikke lang mellom grunne områder og dype renner. Bunnen av bassengene i hele Oslofjorden er stort sett dekket av leire (Andersen *et al.* 1969).

**Midtre og Ytre Oslofjord**

Drøbaksundet strekker seg sørover fra terskelen som er Midtre Fjords nordlige avgrensning med dype partier ned mot ca 200 m. Fra dette smale partiet går Oslofjorden over i sitt bredeste område; Breiangen. Bunnen er jevn med dyp hovedsaklig mellom 100 og 200 m. Drammensfjorden i nord, munner ut i Breiangens vestsider. Mot sør smalner fjorden av igjen, slik at sundet mellom Jeløy og Horten avgrenser Breiangen og Midtre Fjord fra Ytre Fjord.

Ytre Fjord avgrenses av Jeløyterskelen i nord som ligger på ca 100 meters dyp, og den regnes for å ha en underordnet rolle i vannutskiftningen nordover i fjorden da 100 meter representerer 50 % av dybdene funnet på innsiden (Andersen *et al.* 1969). Ytre Fjord består av en rekke bassenger med dyp mellom 200 og 400 meter (Abdullah og Danielsen 1992). Den delen av Ytre Fjord på strekningen Moss-Horten til omtrent linjen Tønsberg-Fredrikstad er omsluttet av land på begge sider. Dyprenna på denne strekningen kan sees på som bunnen av en relativt jevn dal som strekker seg sørover omlag midt i fjorden med dybder på mellom 150 og 300 m (Andersen *et al.* 1969). Etter at fjorden vider seg ut blir terrenget mer kuppert med en rekke øyer og skjær, dyprenna snor seg videre sørover. Ytre Fjord huser to store platåer. Vest for dyprenna ligger Nøtterøy og Tjøme med omkringliggende småøyer og øst for dyprenna ligger Hvalerøyene, rett sør for Fredrikstad. Bunnen i Hvalerområdet består stort

sett av leire som følge av partikulært materiale fra Glomma (Skei 1984). På utsiden av Hvalerøyene øker siktedypet, avhengig av glommas vannføring.

Torbjørnskjærøyene er atskilt fra resten av Hvalerøyene med et ca 15 km bredt gap. Bunnen i dette gapet danner en bred renne som følger plataet i øst og dreier vest og utover mot Skagerrak like nord for Torbjørnskjær. På østsiden av øyene er renna omtrent 150 meter dyp, mens den i nord er ca 250 meter dyp.

### 1.1.2 Stasjonene

Ut fra stasjonenes plassering og geografisk nærhet til hverandre valgte vi å dele fjorden i Indre Oslofjord, Midtre og Ytre Fjord. Stasjonenes geografiske beliggenhet er gitt: Figur 1.1, og detaljkart er gitt i Vedlegg 1. Tråldragene er lokalisert til tidligere benyttede og godt kjente lokaliteter. Bunnforholdene ved samtlige trålstasjoner preges av jevne sletter dekket av leire (Andersen *et al.* 1969), dette reduserer faren for at bunntrålen skal henge seg opp og bli skadet.

### Indre Oslofjord

Trålstasjonen Midtmeie ligger sørvest for øygruppen Steilene i indre Oslofjord. Trålstasjonen karakteriseres av ensartet bunntopografi (sletter) og dybden på draget er forholdsvis jevn (ca 80-100 m). Draget ligger i det bassenget som representerer det største sammenhengende areal med dyp over 80 meter i Vestfjorden (Gade 1970). Det ble foretatt syv drag ved Midtmeie, et av disse var i vinterhalvåret (november-mars) mens de resterende drag ble foretatt i sommerhalvåret (april-oktober).

Trålstasjonen Gråøyrenna er en jevn renne lokalisert mellom Gråøya og Håøya sørvest i indre Oslofjord. Gråøyrenna har et maksdyp på 115 m, og dybde på tråldragene varierte mellom 80-115 m. Vi hadde fire drag ved Gråøyrenna, et av disse i vinterhalvåret.

### **Midtre Fjord**

Trålstasjonen Tofteflaket ligger vest for Jeløya og nordøst for Horten i Midtre Fjord. Bunnen er flat og jevn dyp. Dypet på dragene varierer mellom 115 og 140 meter. Det ble foretatt seks drag ved Tofteflaket, fire av disse i vinterhalvåret.

Trålstasjonen Travbanen ligger utenfor Engelsviken i Midtre Fjord. Dybden varierer mellom 90 og 128 meter over et forholdsvis stort område. Det ble foretatt tre drag ved Travbanen, hvorav to i vinterhalvåret.

### **Ytre fjord**

Trålstasjonen Blåkollrenna ligger mellom Hvalerøyene og Torbjørnskjær helt ytterst i Ytre Fjords geografiske grense mot Skagerrak. Renna utgjør en forholdsvis dyp revne i et ellers grunt område rett vest for Tisler. Dybden på trekkene varierte mellom 65 og 100 meter. Det ble foretatt fire drag ved Blåkollrenna, tre av disse i vinterhalvåret.

Stasjonen Vestafor skjæret ligger rett vest for Torbjørnskjær. Stasjonen ligger sør for Hvalerterskelen og grenser i vest mot Hvalerdypet. Bunnen er flat og jevn dyp. Tråldybde varierte fra 165 til 190 meter. Det ble foretatt fire drag ved Vestafor skjæret, tre av disse i vinterhalvåret.

### **Lysakerfjorden**

Lysakerfjorden er lokalisert innerst i Vestfjorden og avgrenses av Bygdøy og Fornebulandet. Denne lokaliteten ble valgt på grunn av områdets nærhet samt at man her tidligere har erfart at skrubben er lett tilgjengelig for innsamling av biologiske parametre (Holth 2004).

### 1.1.3 Hydrografi

#### Indre Oslofjord

Overflatelagets temperatur bestemmes av solvarmen, lufttemperaturen og fordampningen og varierer mellom noe under 0 °C og noe over 20 °C (Baalsrud og Magnusson 2002). Således oppstår en karakteristisk sesongvariasjon i Indre Oslofjord.

I de dypere lagene under 50 m varierer temperaturene fra 5 °C til 12 °C (Baalsrud og Magnusson 2002), og er først og fremst bestemt av dypvannsfornyelsen.

Dersom dypvannsfornyelsen inntreffer om høsten blir temperaturene høyere, skjer ser den sent om våren blir temperaturen lavere.

I overflatevannet er saltholdigheten høyest om vinteren når ferkvannstilførselen er liten og lavest fra våren til høsten når tilførselen er stor. Bassengene i Indre Oslofjord karakteriseres av tungt, stillestående vann under terskeldyp. Saltholdigheten i dypvannet bestemmes også i stor grad av dypvannsfornyelsen, med høyest saltholdighet like etter en dypvannsfornyelse (Baalsrud og Magnusson 2002). Saltholdigheten i overflaten med unntak av områdene utenfor elvene varierer mellom 20 og 30 psu (practical salinity units), i dypvannet mellom 32 og 34 psu (Helland *et al.* 2003).

Oksygeninnholdet er den faktoren som varierer mest i løpet av året da det i motsetning til temperatur og saltholdighet også påvirkes av biologiske prosesser. Oksygeninnholdet på 90 meters dyp vil variere fra omlag 1 ml/L rett før en dypvannsfornyelse til 5ml/L rett etter en dypvannsfornyelse (Baalsrud og Magnusson 2002). I overflaten vil oksygeninnholdet variere noe mindre fra ca. 5 ml/L til ca. 8ml/L med de høyeste konsentrasjonene sent på vinteren og lavest sensommer og høst (Magnusson *et al.* 2005).

### Midtre og Ytre Fjord

Drammenselva tilfører Drammensfjorden og Midtre Fjord i årsgjennomsnitt  $330 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  ferskvann (Baalsrud og Magnusson 2002). Til sammenligning tilfører Glomma Ytre Fjord og Hvalerområdet i gjennomsnitt  $720 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  ferskvann. Disse elvene bidrar til at det blir dannet et ferskere brakkvannslag over det tynge og saltere sjøvannet. Glomma renner ut ved Øra utenfor Fredrikstad og fører til lav saltholdighet på innsiden av Hvalerøyene. Tykkelsen på det øvre sjiktet med lettere vann, dybden på pyknoklinen, varierer gjennom året og fra år til år som en følge av endret vannføring i elven (Skei 1984). Glomma fører også til at store mengder partikler blir sedimentert på innsiden av Hvalerøyene. Er vårflommen stor nok kan man tydelig se dette fenomenet på flyfoto. Blanding av vannmassene fra Glomma foregår på utsiden av Hvalerøyene (Skei 1984).

I de øvre 5 meterne i Ytre Fjord er et brakkvannslag med saltholdighet lavere enn 25 psu (DNV 2002). Under overflatelaget ned til ca. 20-25 meter finner man Skagerrak-kystvann med saltholdighet mellom 25 og 32 psu (DNV 2002), som hovedsakelig er en blanding av Østersjøvann, lokalt ellevann og vann med opprinnelse fra sørlige og til dels sentrale deler av Nordsjøen. Fra ca. 25 meter og ned til ca. 50 meter om sommeren og 80 meter om vinteren finner man Skagerrakvann, typisk med saltholdighet mellom 32 og 34.5 psu (DNV 2002). Skagerrakvann har sin opprinnelse i sørlige og til dels sentrale Nordsjøen med innblanding av Østersjøvann.

I likhet med Indre Oslofjord vil også oksygenivået i dypvannet i Midtre og Ytre Fjord variere med dypvannsfornyelse, men er langt fra like tydelig i Midtre og Ytre Fjord som i Indre Oslofjord. Oksygenivåene i dypvannet varierer fra 4 ml/L til 6 ml/L (DNV 2002) med lokale variasjoner.

### 1.1.4 Oslofjordens dynamikk

#### Utskiftning av bunnvann

Drøbacterskelen danner en betydelig barriere for vannutskiftningen til Indre Oslofjord og holder igjen vann med høye konsentrasjoner av tilførte næringsstoffer som fosfater og nitrater på innsiden. Samtidig vil Drøbacterskelen hindre innfluks av saltholdig og oksygenrikt vann fra utsiden (Andersen *et al.* 1969). Vannutsiftingen over denne terskelen er beregnet å være i gjennomsnitt  $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  (Baalsrud og Magnusson 2002).

Siden vannet som befinner seg under terskeldyp på innsiden av terskelen er relativt stillestående på grunn av vertikal stratifisering, vil oksygenet brukes opp under nedbrytning av organisk materiale i løpet av sommeren. I hvilken grad oksygenet forsvinner avhenger av hvor mye organisk materiale som er tilgjengelig og brytes ned på bunnen. Mengden av organisk materiale vil i sin tur avhenge av tilførsel av næringsstoffer og primærproduksjon i overflatelaget. Om vinteren vil nordlige og nordøstlige vinder transportere overflatevannet fra Indre Oslofjord sørover samtidig som overflatevannet i Breiangeren også flyttes sørover. Dette vannet erstattes av tyngre og saltere vann som strømmer mot Drøbacterskelen. Hvis nordavinden blåser lenge nok vil det salte oksygenrike sjøvannet akkumuleres på utsiden av Drøbacterskelen og etterhvert sige over og renne ned på innsiden av terskelen. Etter at vannet siger over Drøbacterskelen vil vannet etter hvert kunne fylle opp basseng for basseng innover i fjorden og dermed sørge for økte konsentrasjoner av oksygen i Vestfjordens dypvann. Dypvannsfornyelsen i Vestfjorden forekommer årlig (Magnusson *et al.* 2005), normalt i perioden oktober-mai og er hyppigst forekommende i januar-april. Størrelsen av dypvannsfornyelsen varierer imidlertid kraftig fra år til år og påvirkes av varierende meteorologiske og hydrografiske forhold i Skagerrak/Nordsjøen. Av og til kommer vann fra de nordlige delene av Skagerrak inn i Ytre Fjord. Dette vannet strømmer inn over Hvalerterskelen og erstatter dypvannet (Magnusson og Baalsrud 2002). Kvaliteten på det dypvannet som siger inn i Vestfjorden vil dermed indirekte påvirkes av mengden av Skagerakkvann som siger inn i Ytre Fjord. Gunstige forhold for tilsig av dypvann fra

Skagerrak til Ytre Fjord sammenfaller ofte med kalde vintre med liten utstrømning av brakkevann fra Kattegat til Skagerrak. Atlanterhavsvannet utgjør mesteparten av vannet i Skagerrak, men dette vannet stammer fra den Nord-Atlantiske strømmen som er et av de store strømsystemene og er dermed mindre varierende i styrke og sammensetning sammenlignet med vannet fra Kattegat (Baalsrud og Magnusson 2002). Styrken på dypvannsfornyelsen har vist seg å korrelere godt med svingningene i North Atlantic Oscillation Index, NAO (Magnusson *et al.* 2005)

### **Betydningen av indre bølger for dypvannsfornyelsen i Indre Oslofjord**

Noe blanding av vannmassene vil forekomme via indre bølger på sommerstid uavhengig av dypvannsfornyelsen. Tidevannsforskjellen i Indre Oslofjord er relativt liten (ca 28 cm) (Baalsrud og Magnusson 2002). Tidevannet som transporteres ut og inn av fjorden over Drøbacterskelen svarer til omlag  $2500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  i gjennomsnitt.

Tetthetsforskjellen mellom to vannmasser skaper grunnlag for bølgebevegelser på grenseflaten mellom tyngre og lettere vann. Disse indre bølgene skapes når tidevannet, som utgjøres av vannmassene over terskeldyp, strømmer inn over Drøbacterskelen. Bølgene forplanter seg innover hele Vestfjorden til de treffer en hellende bunn, der vil de bryte. Denne bølgebrytingen skaper turbulens som blander lettere overflatevann med tyngre underliggende vannmasser. Blandingen av vannmassene vil medføre mindre saltholdighet og egenvekt på dypvannet (Baalsrud og Magnusson 2002). Redusert egenvekt på dypvannet er en forutsetning for at dypvannet skal kunne fornyes og Drøbacterskelens profil antas å ha en gunstig utforming for å kunne skape de indre bølgene. Indrebølger vil m.a.o ha indirekte betydning for forholdene i dypvannet.

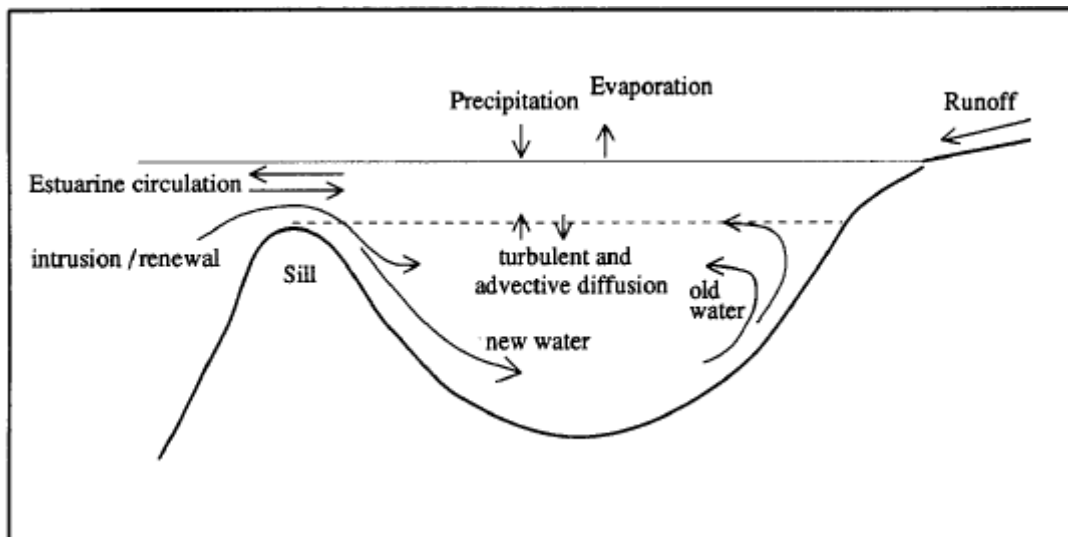
### **De to vekslende permanente strømsystemene i indre Oslofjord**

#### **Estuarin sirkulasjon**

Ferskvannstilførselen fra nedbørsfeltet til Indre Oslofjord er liten og stammer i hovedsak fra de 12 elvene fra vest mot øst: Åroselva, Askerelva, Sandvikselva, Lysakerelva,



Merradalsbekken, Hoffselva, Frognerelva, Akerselva, Alna, Ljanselva, Gjersjøbekken og Årungsbekken, hvorav de seks siste renner ut i Bunnefjorden. Det totale nedbørsfeltet til Indre Oslofjord er på 1384 km<sup>2</sup> og den gjennomsnittlige avrenningen til fjorden er på 27 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (Baalsrud og Magnusson 2002). Vannstandshevingen som følge av tilførsel fra elvene fører til at det ferskere laget som dannes på overflaten vil dra med seg sjøvann når det strømmer utover i fjorden. I mellomlaget dannes en kompensasjonsstrøm som går innover i fjorden (Figur 1.3). Siden vannføringen i elvene som renner ut i Indre Oslofjord er relativt beskjeden er ikke den estuarine sirkulasjonen i Indre Oslofjord kraftig (Andersen *et al.* 1969). Gade (1967) beregnet transporten som skyldes estuarin sirkulasjon til 50-200 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> i overflatelaget og 20-260 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> i kompensasjonsstrømmen.



Figur 1.3 Illustrasjon av blandingsprosesser i en terskelfjord. Etter Abdullah og Danielsen (1992).

### Omvendt estuarin sirkulasjon

Fordampning og redusert ferskvannstilførsel fra elvene til Indre Oslofjord vil til tider føre til at saltholdigheten i overflatelaget er høyere i Indre Oslofjord enn i Ytre og Midtre Fjord.

Om sommeren er det sørlige vinder som dominerer og brakkvann fra de store elvene Glomma og Drammenselva flyttes nordover og erstatter overflatelaget i Indre Oslofjord (Gade 1967). Under brakkvannstrømmen vil vann i mellomlaget transporteres ut av fjorden som en kompensasjonsstrøm. Dypvannet vil være mer eller mindre stagnert og upåvirket av disse vekslende estuarine strømsystemene i lagene over.

## 1.2 Skrubbe -*Platichthys flesus* (L.)

Skrubba som i Norge også går under navnene vassflyndre og skrubbeflyndre, kan gjenkjennes på spisse benknuter langs sidelinjen og langs hele basis av rygg- og gatt finnen. Skrubbe er utbredt langs Europas kyster fra Kvitsjøen til Svartehavet (Pethon 1994), skrubba har også i senere tid blitt observert ved kysten av Island der den trolig har migrert fra områdene rundt Færøyene (Jonsson *et al.* 2001). Skrubba er kjent for å tåle store variasjoner i temperatur og saltholdighet og regnes for å være en euryhalin art (Jobling 1995). Den finnes gjerne på grunt vann i brakkvannsområder og kan også forekomme i enkelte ferskvann. Om sommeren finnes skrubba på alle bunntyper, mens om vinteren kan den trekke ned på ca 120 meters dyp (Pethon 1994). I Sør-Norge holder skrubba seg innenfor et lokalt område hele året og er altså forholdsvis stasjonær (Hansen 1979). Skrubba tilbringer mye tid nedgravd i sedimentet. I Oslofjorden består skrubbas føde for det meste av flerbørstemark (*Polychetae*), men også andre bunndyr som ulike krepsdyr (særlig amfipoder), slangestjerner (*Ophiuroidea*), muslinger og småfisk (Wigeland 1975).

Hannene blir kjønnsmodne når de er 2 år, hunnene når de er 3 år gamle i Nordsjøen. I Oslofjorden gyter den i perioden februar-april (Hansen 1979). Eggene er pelagiske og klekkes etter 5-7 døgn, larver 2-3 mm lange og bunnslås ved 1 cm lengde (Pethon 1994).

Veksten er svært forskjellig etter bestandenes tetthet og næringstilgang, men kan bli opp til 50 cm og ca 2,5 kg (Pethon 1994). Skrubba er ikke en meget utnyttet matfiske i Norge, men er en hyppig brukt matfisk i landene rundt Østersjøen. Skrubba vil på grunn av sin stasjonære adferd kunne bære preg av lokal forurensning, den har derfor vært mye brukt som indikator art (se for eksempel Holth 2004; Chibani *et al.* 2001).

## 2.0 Materiale og metode

### 2.1 Innsamling av fisk

All fisk til samfunnsanalysen ble samlet inn ved hjelp av to tråltypen i perioden Oktober 2004-Mai 2006. Den første trålen ble benyttet på samtlige drag i 2004 og 2005, den andre kun på de tre siste dragene i 2006. Produktdata fra Utgårdskilen trål service: Maskevidde på den første trålen var 40 mm, bredden var 12 meter og høyde over bunnen i midten var 4.75 meter ved en fart på 1.8 miles (1.6 knop). Den andre trålen hadde en bredde på 20 meter og en høyde på 7.5 meter, maskevidden var 40 mm. Hastighet på båten under tråling varierte mellom 1.5 og 2 knop (2.8 – 3.7 km/t).

Skrubbe ble samlet inn ved hjelp av to flyndregarnlenker (75 mm maskevidde, høyde over bunnen 1.20 meter), og et toggegarn (75 mm maskevidde, lengde 50 meter).

Båten var utstyrt med et vitenskapelig ekkolodd av typen Simrad EK 500 38khz-120khz. For hvert drag ble maksimum og minimumsdybde notert. En CTD sonde ble senket ned ved slutten av vært drag for innsamling av hydrografiske data (Tabell 2.1). Data fra CTD sonden ble direkte overført til programmet FSIPost® for grafisk fremstilling av hydrografisk informasjon (Vedlegg 3).

Tabell 2.1 Hydrografiske parametre, enheter og utstyr

<b>Variabel</b>	<b>Enhet</b>	<b>Sonde</b>
Saltholdighet	psu	CTD-Neil Brown
Oksygen	ml/L	CTD-Neil Brown
Temperatur	C°	CTD-Neil Brown
Dybde/Visualisering	m	Simrad EK 500 38khz-120khz

Under de 28 tråldragene ble fiskene artsidentifisert på båten. I de tilfellene hvor jeg var usikker på arten ble fisken lagt i merkede plastposer og frosset ned for senere

artsidentifisering på laboratoriet. Fangstlokalitet og dato, samt tid på døgnet ble notert for hver fisk.

Skrubbe ble samlet inn ved Killingen i Indre Oslofjord (se Vedlegg 1 for detaljkart). Dette er en lokalitet som er lett tilgjengelig og har tidligere blitt benyttet til lignende undersøkelser. Skrubbene ved Killingen ble fanget ved hjelp av to flyndregarnlenker og et toggegarn. Garnene ble satt ca kl.1200, 12. September 2006 og dratt opp i perioden 0930-1400 13. September 2006. Hel fisk ble umiddelbart frosset ned for at så lite som mulig av innholdet i magesekken skulle bli fordøyd. All undersøkelse av skrubbe ble gjort på laboratoriet.

## 2.2 Arts/Individ fordelinger

Siden tråldragene varierte betraktlig i distanse (mellom 85 og 27 minutter) var det nødvendig å standardisere individantallet med fangst per enhet innsats ( $CPUE = catch\ per\ unit\ effort$ ) for å kunne sammenligne lokalitetene. Da den hyppigste forekomsten var 30 minutters tråltid, er det naturlig å oppgi fangstene som "individer per 30 minutter tråling":  $C_{30} = (N / t) * 30$  hvor N er antall individer og t er varigheten av tråldraget målt i minutter. Størrelsen på den trålen som ble benyttet under toktene i mai er korrigert for på følgende måte:  $C_{30\ stor\ trål} = C_{30} / 2$ .  $C_{30}$  resultater ble kun benyttet under undersøkelser av sammenhengen mellom artsrikhet/abundanse og de hydrografiske faktorene saltholdighet/temperatur.

## 2.3 Biodiversitetsindekser

Følgende tre biodiversitetsindekser vil bli brukt:

(1) Shannon-Wiener indeksen  $H' = - \sum p_i \log_{10} p_i$

hvor  $p_i$  = fraksjonen av den  $i$ -te arten.

(2) Evenness  $E = \frac{H'}{\log S}$

hvor  $H'$  = Shannon-Wiener indeksen, og  $S$  = det totale antallet arter ved den stasjon indeksen er regnet ut for.

3) Berger-Parkerindeksen  $d = \frac{N_{\max}}{N}$

hvor  $N_{\max}$  = antall individer av den hyppigst forekommende arten, og  $N$  = det totale antallet av individer.

## 2.4 Biologiske parametere hos skrubbe

### Alder

Benfisk har tre par otolitter (øresteinere); *lapillus*, *asteriscus* og *sagitta*, som ligger i væskefylte hulrom like bak hjernen (Hærkønen 1986). Otolittene er sammensatt av en organisk (protein) og en uorganisk del (kalsiumkarbonatkrystaller) med kjerne i midten. *sagitta* er størst og best egnet til aldersbestemmelse av benfisk. Otolittene vokser ved at materiale legges lag på lag rundt kjernen etterhvert som fisken vokser. Denne veksten danner en serie konsentriske opake (ugjennomskinnelige) og hyaline (gjennomskinnelige) soner. I tempererte strøk vil de opake sonene representere sommerveksten mens de hyaline sonene representerer vintervekst. En hyalin og en opak sone vil dermed representere ett års vekst.

Aldersbestemmelse av skrubbe ble utført ved å telle antall opake og hyaline soner på sagitta. Hos fisk i flyndrefamilien, *Pleuronectidae*, finner man øresteinene ved å skjære et snitt fra det ventrale øyet (det øyet som i utgangspunktet var lokalisert på det som nå er ventralsiden av fisken) bakover parallelt med sidelinjen. *Sagitta* vil da befinne seg i to kammer rett bak hjernen. Hvert par med *sagitta* ble skyllet rene med vann og så lagret i merkede plastlommer for senere analyse. På grunn av den smale platelignende fasongen på sagitta er det mulig å utføre aldersbestemming direkte uten preparasjon (Williams og Bedford 1974). Ved å legge øresteinene i en petriskål med mørk bunn og observere dem i reflektert lys under lupe trer de hyaline sonene frem som mørke og de opake sonene som lyse ringer. Ørestenen har en flat side og en konveks side, den flate siden egner seg best for avlesing av alder. Denne metoden viste seg å fungere best med litt vann i petriskålen. Etter ca 2-3 minutter i vann blir de hyaline sonene noe mer transparente slik at den mørke bakgrunnen trer bedre frem. Det beste bildet fikk jeg ved å benytte 16X forstørrelse. 96 % etanol ble også forsøkt som erstatning for vannet i petriskålen uten å ha noen synlig effekt. Hyaline og opake soner observert under lupe ble telt og alderen ble satt til antall opake soner -1 år siden den opake kjernen avsettes det første leveåret. 1. Januar ble satt som fødselsdato for samtlige individer. Begge øresteinene i hvert enkelt par ble benyttet i de tilfeller der det var mulig selv om mønsteret i disse sjelden avviker (Williams og Bedford 1974). Øresteinene ble avlest to ganger av meg selv for å teste hvor konsistent metoden var.

### Vekst

Lengde og vekt ble notert for hver fisk. Lengden ble avrundet til nærmeste nedenforliggende 0.5 centimeter og vekten ble avrundet til nærmeste hele gram.

Forholdet mellom lengde  $L$  og vekt  $V$  hos fisk uttrykkes ved eksponensialfunksjonen

$V = aL^b$  der  $a$  og  $b$  er konstanter (Ricker 1973). På logaritmisk form blir relasjonen lineær,  $\log$

$V = \log a + b \log L$ , og man kan anvende lineær regresjon.

## Diett

Fisken ble tatt ut av fryseren kvelden før undersøkelsene skulle utføres. Hvert individ ble dissekert og magesekken tatt ut. Magesekken ble deretter plassert i en petriskål der jeg ved hjelp av saks klippet et langsgående snitt fra spiserørets endepunkt til pylorisk lukkemuskel. Først ble magesekkens fyllingsgrad bestemt visuelt i henhold til havforskningsinstituttets klassifikasjonssystem v.3.14 (2000) (Tabell 2.2) for å undersøke umiddelbar fødetilgang. Fordøyningsgraden på mageinnholdet ble i likhet med fyllingsgraden bestemt i henhold til Havforskningsinstituttets klassifikasjonssystem v.3.14.

Tabell 2.2 Havforskningsinstituttets klassifikasjonssystem v. 3.14 (2000)

<b>Fordøyingsgrad</b>	<b>Fyllingsgrad</b>	<b>Verdi</b>
Fordøyelse ikke påbegynt. Mageinnholdet virker helt ferskt.	Tom. Magen er helt tom, kanskje bortsett fra litt vann	1
Fordøyelse påbegynt. Artene kan fremdeles identifiseres.	Meget lite innhold. Magen må åpnes for å skille fyllingsgrad 1 og 2.	2
Fordøyelse fremskredet. Artene kan ikke identifiseres.	Noe innhold. Det vises tydelig utenpå magen at den ikke er tom.	3
Fordøyelsen langt fremskredet. En kan fremdeles finne større biter av dyr.	Full. Magen er full, men ikke utsprengt.	4
Fordøyelsen nesten avsluttet. Mageinnholdet er grøtete.	Utsprengt. Magen er tydelig utvidet og stram. Innholdet er synlig igjennom.	5
	Vrengt.	6

Ved identifisering av mageinnhold ble magesekken spylt ren med destilert vann på vannflaske og innholdet lagt i en petriskål. Byttedyrgrupper ble forsøkt bestemt ved visuell inspeksjon



med bakgrunnsbelyst lysbord. Lysbordet som ble spesialbygget på verkstedet ved UiO, hadde 9 stk. 18W lysrør ("NARVA warmwhite"), og en 5 mm melkehvit, transparent akrylplate. I de fleste tilfellene var det imidlertid ikke mulig å få til en tilfredsstillende identifisering uten bruk av lupe. Dels skyldes dette størrelsen på fødeorganismene, men også fødens relativt dårlige forfatning. Mageinnholdet ble derfor observert i petriskål under lupe med 16X forstørrelse.

Identifiserbar føde ble delt inn i følgende kategorier på rekkenivå (dominerende taxa i parentes): *Chordata* (fisk), *Echinodermata* (slangestjerner), *Annelida* (flerbørstemark), *Mollusca* (muslinger), *Arthropoda* (krepser), samt kategorien *Algae*. I en rekke tilfeller var mageinnholdet fullstendig fordøyd og ble følgelig kategorisert som "ukjent". Noen taxa, som krabber og muslinger, har kroppsdelar som ikke brytes effektivt ned i fordøyelsesprosessen noe som kan medføre overrepresentasjon av andre taxa i tarmen, innhold i tarmene ble av denne grunn ekskludert fra denne undersøkelsen.

Det finnes mange ulike metoder for kvantifisering av fødebiologi til fisk (Hyslop 1980). I denne undersøkelsen har jeg benyttet meg av to indekser: Forekomstfrekvens og Numerisk forekomst (Hyslop 1980).

(1) Forekomstfrekvensen  $F_i$  av byttedyrkategori nr  $i$  beregnes som:

$$F_i = (M_i / M_{\text{tot}}) \times 100$$

hvor  $M_i$  = antall mager med byttedyrart  $i$ , og  $M_{\text{tot}}$  = totalantallet av mager med innhold.

Forekomstfrekvensen gir dermed et estimat på andelen av fisk som har spist byttedyrgruppe  $i$  og sier dermed noe om hvor vanlig det er å predatere denne kategorien (Hyslop 1980).

2) Nummerisk forekomst  $N_i$  av byttedyrkategori nr  $i$  beregnes som:

$$N_i = (A_i / A_{\text{tot}}) \times 100$$

hvor  $A_i$  = antallet av individer tilhørende byttedyrkategori nr  $i$ , og  $A_{\text{tot}}$  = totalantallet av individer i alle byttedyrgrupper. Numerisk forekomst gir dermed et estimat på hvilke byttedyrkategorier som dominerer i antall (Hyslop 1980).

Numerisk forekomst forutsetter at det går an å identifisere enkeltindivider i magene. Dette var ikke gjennomførbart for skrubbe fanget ved Killingen.

## **2.5 Statistiske metoder**

De statistiske analysene ble utført i Splus 6.2 for Windows og i Microsoft Excel. For å sammenligne om to gjennomsnittsverdier er signifikant forskjellige har jeg benyttet meg av students t-test. Lineær regresjon ble brukt for å finne samvariasjon mellom to variable. For å sammenligne to stigningstall har jeg benyttet meg av Kovariansanalyse. Alle tester ble gjort på 5 % signifikansnivå. Det vil si at hvis  $p$  er mindre eller lik enn 0.05, er resultatene signifikante.

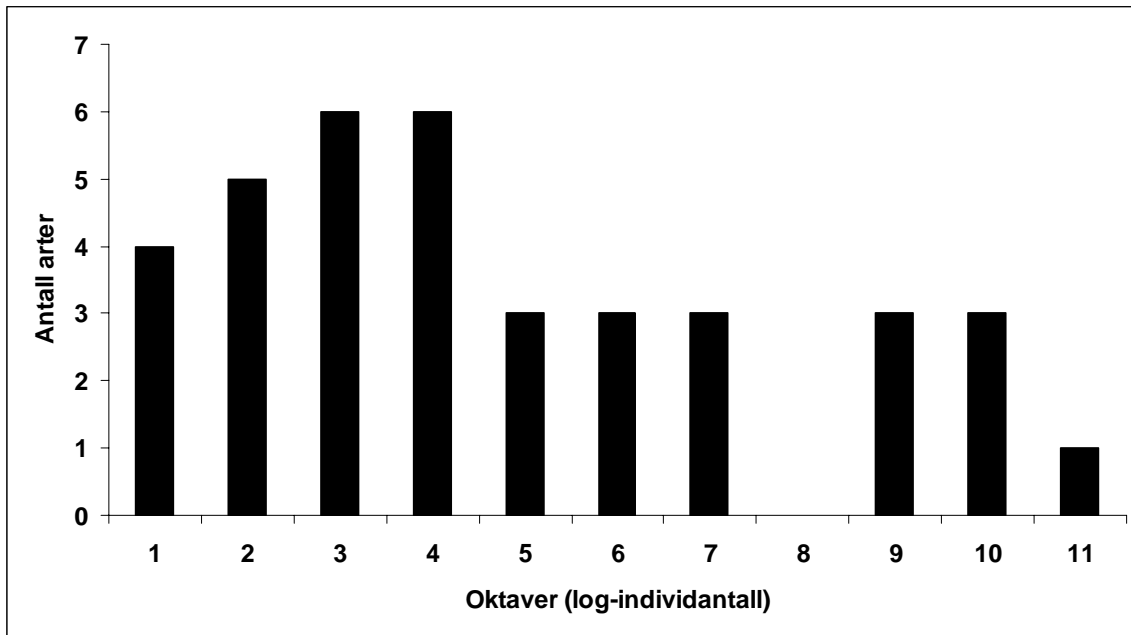
## 3.0 Resultater

### 3.1 Artsfordelingen

Det ble i alt tatt 5466 fisk på 28 tråldrag, og disse fordelte seg på 21 familier og 37 arter (Tabell 3.1). Den mest artsrike stasjonen var Blåkollrenna med 26 arter, etterfulgt av Travbanen (20 arter), Vestaforskjæret (19 arter), Tofteflaket (18 arter), Midtmeie (17 arter) og Gråøyrenna (12 arter). Følgende syv arter utgjorde 90% av alle individene i totalfangsten (antall individer i parentes): hvitting (1745), øyepål (825), gapeflyndre (763), hyse (531), torsk (405), kolmule (352) og lysing (306). Følgende arter utgjorde 0.6% av totalfangsten: laksesild (4), tretrådet tangbrosme (4), tunge (4), ål (4), fløyfisk (3), sandflyndre (3), ulke (3), lomre (2), piggulke (2), mulle (1), slettvar (1), slimål (1) og taggmakrell (1). Dersom artene inndeles i geometriske klasser etter individantall i henhold til intervallene: 1 individ, 2 – 3 individer, 4 – 7 individer, 8 – 15 individer, osv fremkommer frekvensdiagrammet i Figur 3.1. Vi ser her konturene av en trunkert normalfordeling, men artsantallet (37) er for lite til å danne en glatt kurve. Arts-individ kurven kan altså grovt tilnærmes med en lognormalfordeling hvor halen består av de vanlige artene som utgjør 90% av fangsten, og de minste oktavene (søylene i venstre halvdel) består av de lavt representerte artene som utgjør under 1%.

Tabell 3.1 Individantallet av hver art i totalfangsten. Tallene er basert på 28 tråldrag ved 6 lokaliteter i Oslofjorden i perioden Oktober 2004-Juni 2006, 2 lokaliteter i Indre Oslofjord, 2 i Midtre fjord og 2 i Ytre fjord. Dragene er fordelt på følgende måte: 11 drag i Indre Oslofjord, 9 drag i Midtre Fjord og 8 drag i Ytre Fjord.

Art	LatNavn	Familie	IndAnt
Hvitting	<i>Merlangius merlangus</i>	Gadidae (Torskefamilien)	1745
Øyepål	<i>Trisopterus esmarkii</i>	Gadidae	825
Gapeflyndre	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Pleuronectidae (Flyndrefiskfamilien)	763
Hyse	<i>Melanogrammus aeglefinnus</i>	Gadidae	531
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Gadidae	405
Kolmule	<i>Micromesistius poutassou</i>	Gadidae	352
Lysing	<i>Merluccius merluccius</i>	Gadidae	306
Tangsprell	<i>Pholis gunnellus</i>	Phollidae (Tangsprellfamilien)	84
Kloskate	<i>Amblyraja radiata</i>	Rajidae (Skatefamilien)	67
Sei	<i>Pollachius virens</i>	Gadidae	65
Sild	<i>Clupea harengus harengus</i>	Clupeidae (Sildefamilien)	55
Sølvorsk	<i>Gadiculus argenteus argenteus</i>	Gadidae	50
Rødspette	<i>Pleuronectes platessa</i>	Pleuronectidae	38
Smørflyndre	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Pleuronectidae	27
Sandkutling	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Gobiidae (Kutlingfamilien)	25
Brisling	<i>Sprattus sprattus sprattus</i>	Clupeidae	17
Firetrådet tangbrosme	<i>Enchelyopus cimbrius</i>	Gadidae	14
Lyr	<i>Pollachius pollachius</i>	Gadidae	12
Pigghå	<i>Squalus acanthias</i>	Squalidae (Håfamilien)	11
Langhalet langebarn	<i>Lumpenus lampraetaeformis</i>	Stichaeidae (Hornkvabbefamilien)	11
Havmus	<i>Chimaera monstrosa</i>	Chimaeridae (Havmusfamilien)	10
Sypike	<i>Trisopterus minutus</i>	Gadidae	8
Knurr	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Triglidae (Knurrfamilien)	7
Skrubbe	<i>Platichthys flesus</i>	Pleuronectidae	5
Tretrådet tangbrosme	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Gadidae	4
Laksesild	<i>Maurollicus muelleri</i>	Sternoptychidae (Perlemorsfiskfamilien)	4
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidae (Ålefamilien)	4
Tunge	<i>Solea solea</i>	Soleidae (Tungefamilien)	4
Sandflyndre	<i>Limanda limanda</i>	Pleuronectidae	3
Ulke	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Cottidae (Ulkefamilien)	3
Fløyfisk	<i>Callionymus lyra</i>	Callionymidae (Fløyfiskfamilien)	3
Lomre	<i>Microstomus kitt</i>	Pleuronectidae	2
Piggulke	<i>Micrenophrys lilljeborgii</i>	Cottidae	2
Slettvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Bothidae (Varfamilien)	1
Slimål	<i>Myxine glutinosa</i>	Myxinidae (Slimålfamilien)	1
Mulle	<i>Mullus surmuletus</i>	Mullidae (Mullefamilien)	1
Taggmakrell	<i>Trachurus trachurus</i>	Carangidae (Taggmakrellfamilien)	1
			<b>5466</b>

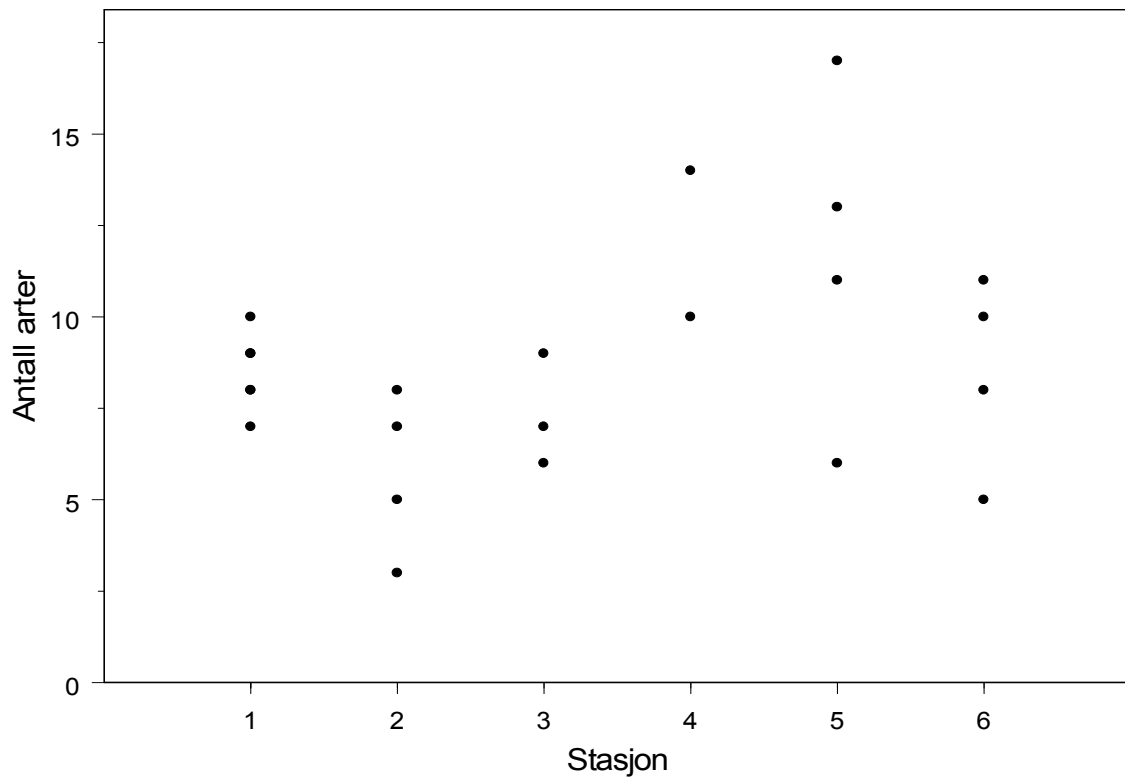


Figur 3.1. Antall arter i geometriske klasser (oktaver) av individantallet i totalfangsten.

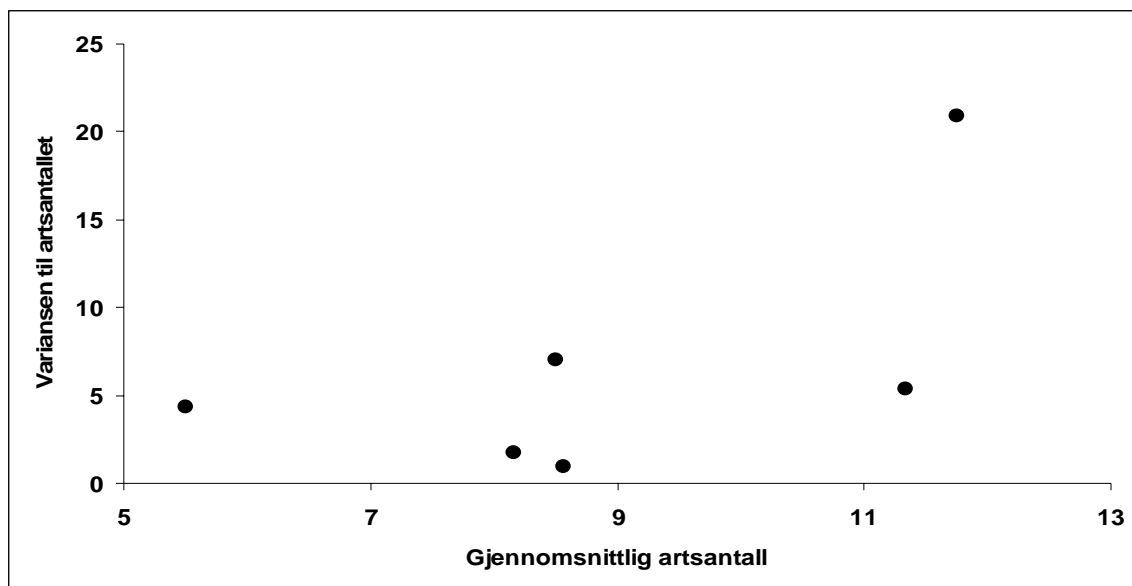
Oktav 1 betyr at kun 1 individ av arten er observert, oktav 2 betyr at arten er observert med 2 eller 3 individer, oktav 3 betyr at arten er observert med 4, 5, 6 eller 7 individer, osv. inntil oktav 11 som består av alle artene med individantall mellom  $2^{10} = 1024$  og  $2^{11} = 2048$ .

Artsrikheten varierte med ulik intensitet på hver av stasjonene og for hvert drag (Figur 3.2). Blåkollrenna hadde størst variasjon i artsrikhet med minimum 6 og maksimum 17 arter. Tofteflaket hadde minst variasjon med artsrikhet mellom 6 og 9. Variansen av artsantallet er plottet mot det gjennomsnittlige artsantallet i Figur 3.3. Med unntak av Blåkollrenna ligger variansen i artsantallet mellom 1 og 7, og for disse 5 stasjonene er det ingen sammenheng mellom variansen og gjennomsnittlig artsantall. Blåkollrenna skiller seg imidlertid ut med en varians på 21. Variansen dividert på gjennomsnittet varierer mellom 0.1 og 0.8 på de 5 stasjonene med moderat varians, men er oppe i 1.8 på Blåkollrenna. Dette indikerer en sentrering av artsantallet på alle stasjonene unntatt Blåkollrenna hvor det er en betydelig overspredning. For å undersøke effekten av fangstens størrelse er variansen i artsantallet

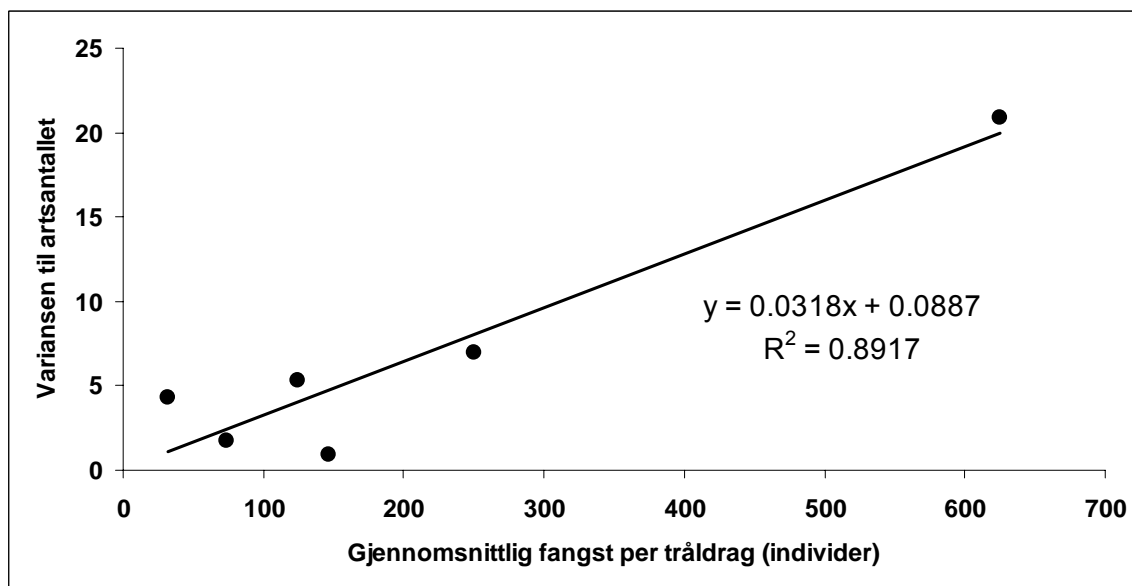
plottet mot den gjennomsnittlige fangsten i hvert tråldrag i Figur 3.4. Det fremgår at individantallet forklarer 89% av variabiliteten i variansen i artsantallet (Lineær regresjon;  $df = 4$ ,  $P < 0.05$ ).



Figur 3.2 Antall arter fanget i hvert tråldrag på hver stasjon. Stasjon 1 = Midtmeie, Stasjon 2 = Gråøyrenna, Stasjon 3 = Tofteflaket, Stasjon 4 = Travbanen, Stasjon 5 = Blåkollrenna, Stasjon 6 = Vestafor. Stasjonene er ordnet etter geografisk tilhørighet: Indre Oslofjord (1 & 2), Midtre fjord (3 & 4) til Ytre fjord (5 & 6).



Figur 3.3 Variansen av artsantallet versus gjennomsnittlig artsantall på hver av de 6 stasjonene.



Figur 3.4 Variansen av artsantallet versus den gjennomsnittlige fangsten i hvert tråldrag på hver av de 6 stasjonene.

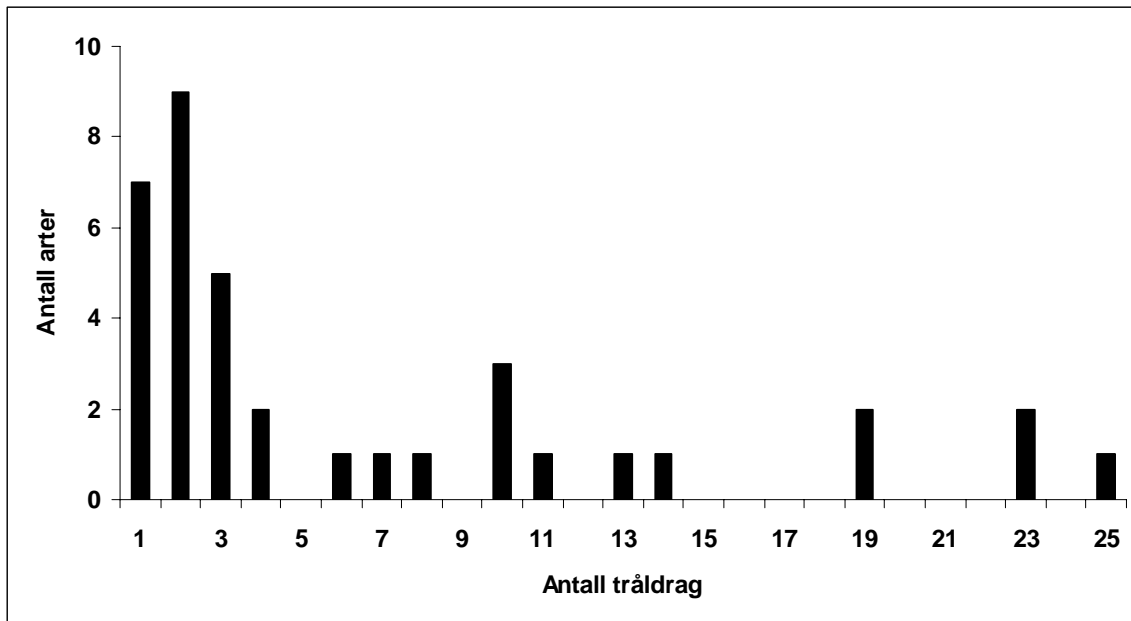
I Tabell 3.2 er artene ordnet etter forekomst i tråldragene. Følgende arter var representert i mer enn 67 % av de 28 tråldragene: torsk (25), gapeflyndre (23), hvitting (23), rødspette (19) og hyse (19). Hele 21 arter var representert i 3 eller færre tråldrag (dvs under 11%). Antall arter plottet mot antall tråldrag de ble tatt i (Figur 3.5) har den typiske skjeve fordelingen som er vanlig i samfunnsøkologi: noen få arter har en vid forekomst, mens de fleste er bare observert i noen få prøver. Syv av artene (torsk, gapeflyndre, hvitting, rødspette, hyse, lysing og sei) forekom på samtlige lokaliteter. Disse utgjorde 70 % av den totale fangsten og ble tatt i omtrent halvparten av tråldragene.

Av Tabell 3.2 fremgår det at forekomsten og individantallet ikke nødvendigvis følger hverandre: av artene med hyppig forekomst skiller rødspette seg ut med relativt beskjedent antall individer, mens kolmule derimot ble tatt i bare to fangster med et stort individantall (faktisk det sjette største blandt alle artene). Flere arter har en sterk klumpvis fordeling (øyepål, kolmule, lysing, sei og tangsprell), mens andre har en mer uniform fordeling (hvitting, gapeflyndre, hyse, torsk og rødspette).



Tabell 3.2 Antall tråldrag hvor hver art er representert, dvs forekomsten av hver art, og individantallet i totalfangsten.

Art	Forekomst	IndAnt
Torsk	25	405
Gapeflyndre	23	763
Hvitting	23	1745
Rødspette	19	38
Hyse	19	531
Lysing	14	306
Sei	13	65
Sild	11	55
Smørflyndre	10	27
Kloskate	10	67
Øyepål	10	825
Brisling	8	17
Firetrådet tangbrosme	7	14
Sølvorsk	6	50
Tretrådet tangbrosme	4	4
Lyr	4	12
Sandflyndre	3	3
Skrubbe	3	5
Sypike	3	8
Pigghå	3	11
Sandkutling	3	25
Lomre	2	2
Ulke	2	3
Laksesild	2	4
Tunge	2	4
Ål	2	4
Knurr	2	7
Havmus	2	10
Langhalet langebarn	2	11
Kolmule	2	352
Mulle	1	1
Slettvar	1	1
Slimål	1	1
Taggmakrell	1	1
Piggulke	1	2
Fløyfisk	1	3
Tangsprell	1	84



Figur 3.5 Antall arter plottet mot antall tråldrag de ble tatt i.

Fordelingen av artene varierte mellom de ulike delene av Oslofjorden (Tabell 3.3):

### **Indre Oslofjord**

I Indre Oslofjord ble det tatt 1150 individer på 11 tråldrag: 1023 fisk på 7 drag fra Midtmeie, og 127 fisk på 4 drag fra Gråøyrenna. På Midtmeie dominerte hvitting, torsk og øyepål med en andel på hhv 47, 15 og 13 % av totalfangsten. På Gråøyrenna dominerte torsk, gapeflyndre og hvitting med en andel på hhv 53, 17 og 13 % av totalfangsten.

### **Midtre Fjord**

I Midtre Fjord ble det tatt 813 individer på 9 tråldrag: 440 fisk på 6 drag fra Tofteflaket, og 373 fisk på 3 drag fra Travbanen. På tofteflaket dominerte hvitting, torsk og gapeflyndre med en andel på hhv 20, 15 og 15 % av totalfangsten. På Travbanen dominerte lysing, hvitting og øyepål med en andel på hhv 25, 13 og 13 %.

### **Ytre Fjord**

I Ytre Fjord ble det tatt 3503 individer på 8 tråldrag: 2500 fisk på 4 drag fra Blåkollrenna, og 1003 fisk på 4 drag fra Vestafor. På Blåkollrenna dominerte hvitting, gapeflyndre og hyse med en andel på hhv 43, 21 og 17 % av totalfangsten. På Vestafor dominerte kolmule, øyepål og hvitting med en andel på hhv 45, 35 og 3 % av totalfangsten.

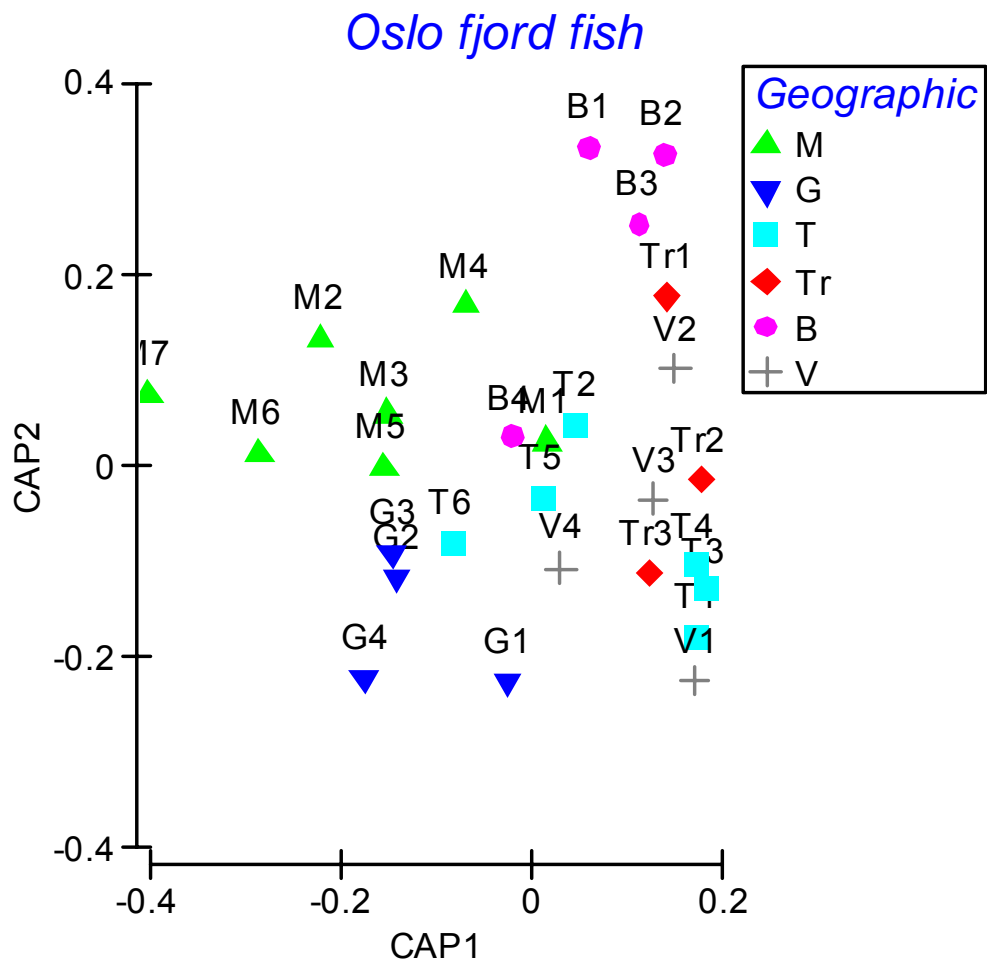
Hvitting var den arten som forekom i størst mengder, og var utbredt i hele fjorden. Denne arten var den eneste blandt de tre mest dominerende artene på samtlige lokaliteter.

Gapeflyndre og torsk skilte seg også fra de andre artene ved å ha både høy forekomst og individantall i hele fjorden. Disse tre artene utgjorde tilsammen mer enn halvparten (53 %) av den totale fangsten i Oslofjordens dypere områder (65 - 190 meter).

Tabell 3.3 Individantallet av hver art i totalfangsten på hver av stasjonene.

Art	Indre M	Indre G	Midtre T	Midtre Tr	Ytre B	Ytre V
Hvitting	484	17	89	49	1086	20
Øyepål	136	6	0	47	189	447
Gapeflyndre	103	21	67	33	516	23
Hyse	8	1	41	41	415	25
Torsk	151	67	68	44	47	28
Kolmule	0	0	2	0	0	350
Lysing	20	2	64	94	58	68
Tangsprell	0	0	0	0	84	0
Kloskate	0	1	54	7	1	4
Sei	11	3	27	20	2	2
Sild	28	0	3	3	21	0
Sølvorsk	46	4	0	0	0	0
Rødspette	4	2	10	2	16	4
Smørflyndre	2	0	2	15	2	6
Sandkutling	0	0	0	1	24	0
Brisling	4	0	2	0	11	0
Firetrådet tangbrosme	7	2	2	0	2	1
Lyr	7	0	5	0	0	0
Langhalet langebarn	0	0	0	0	11	0
Pigghå	0	0	0	1	1	9
Havmus	0	0	1	0	0	9
Sypike	7	0	1	0	0	0
Knurr	0	0	0	4	0	3
Skrubbe	0	0	0	3	1	1
Laksesild	4	0	0	0	0	0
Tretrådet tangbrosme	1	0	0	0	2	1
Tunge	0	0	0	3	1	0
Ål	0	0	1	3	0	0
Fløyfisk	0	0	0	0	3	0
Sandflyndre	0	1	0	1	1	0
Ulke	0	0	0	0	3	0
Lomre	0	0	0	0	0	2
Piggulke	0	0	0	0	2	0
Mulle	0	0	1	0	0	0
Slettvar	0	0	0	0	1	0
Slimål	0	0	0	1	0	0
Taggmakrell	0	0	0	1	0	0

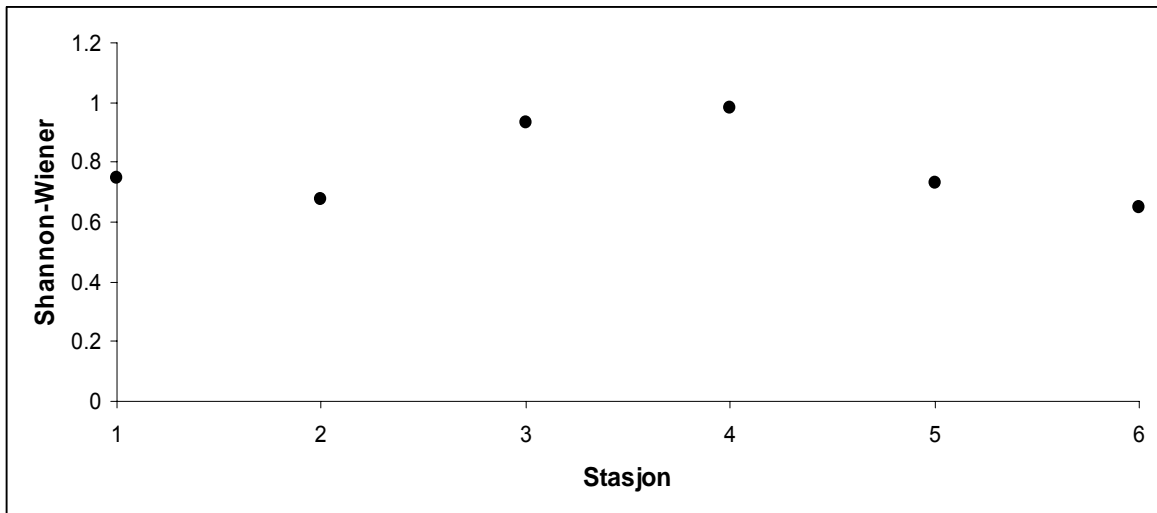
For å undersøke om artsfordelingene på stasjonene er signifikant forskjellige må man benytte seg av multivariate statistiske metoder. Siden det er ønskelig å anvende mest mulig robuste teknikker, skal vi anvende "Canonisk Analyse av Prinsipale Koordinater" (CAP) som nylig er utviklet for økologiske data (Anderson og Willis 2003). Dette er en såkalt "betinget" analyse hvor man dreier aksene for å maksimere forskjellen mellom de gruppene (i vårt tilfelle stasjonene) som på forhånd er utpekt. Dette gir et visuelt bilde av dataene, og forhåndsvalget av grupper nødvendiggjør en uavhengig test om forskjellen mellom disse gruppene er statistisk signifikant. Den mest generelle testen for dette formålet bygger på permutasjoner av prøvene (i vårt tilfelle tråldragene), så Anderson og Willis (2003) anbefaler testen "Permanova" på økologiske data av typen som her er innsamlet fra Oslofjorden. Det multidimensjonale plottet fra CAP-analysen er vist i Figur 3.6. Vi ser her at tråldragene på de to stasjonene Midtmeie og Gråøyrenna i Indre Oslofjord skiller seg ut i venstre halvdel av plottet. Permanova-testen bekrefter denne segregasjonen på 5% nivå. De to stasjonene i Indre Oslofjord er altså signifikant forskjellige fra de fire andre stasjonene i Midtre og Ytre fjord, og dessuten er Midtmeie og Gråøyrenna signifikant forskjellige, mens de fire stasjonene i Midtre og Ytre Fjord ikke er signifikant forskjellige.



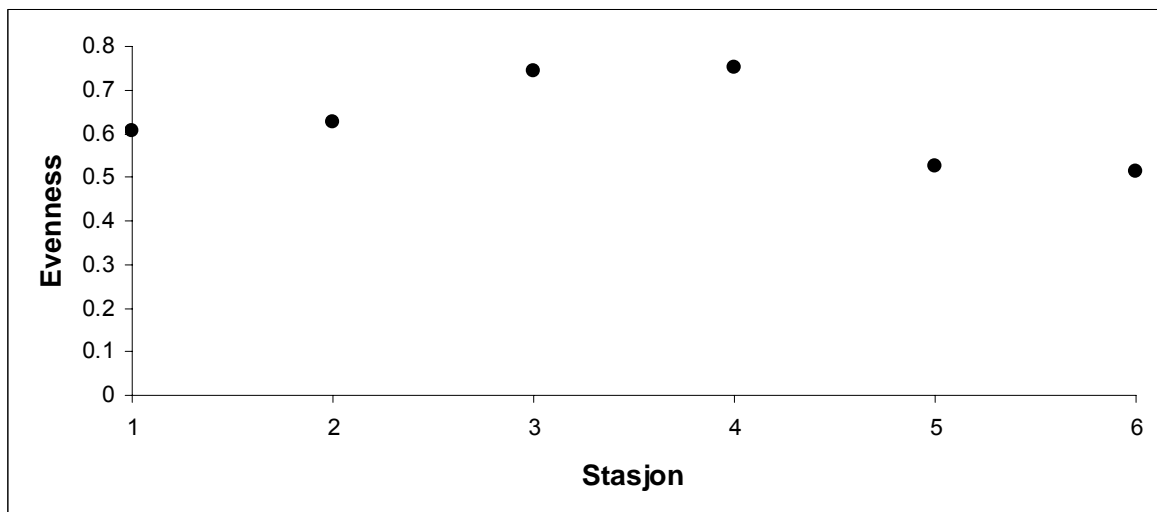
Figur 3.6 CAP-ordinasjon av de 28 tråldragene (Canonical Analysis of Principal Coordinates; Anderson & Willis 2003). M = Midtmeie, G = Gråøyrenna, T = Tofteflaket, Tr = Travbanen, B = Blåkollrenna, V = Vestafor.

### 3.2 Diversitesindeksene

For å kvantifisere diversiteten er det vanlig å benytte seg av biodiversitetsindekser (Magurran 1988), hvor de mest vanlige er de tre indeksene: Shannon-Wiener, Evenness og Berger-Parker dominansen. Indeksene fokuserer på henholdsvis, biodiversitet, jevnhet i artsfordeling og grad av dominans av en art. Som vi ser av Figurene 3.7 - 3.9 er det stor forskjell i hvordan de ulike indeksene skiller mellom de ulike stasjonene. Shannon-Wiener- og Evenness indeksene varierer lite mellom stasjonene (Figur 3.7 & 3.8). Disse to indeksene har noe større verdi i Midtre fjord (Stasjon 3 og 4), men forskjellen er ubetydelig. Verdiene for Berger-Parker-dominansen varierer mye mer enn de andre indeksene (Figur 3.9). Dominansen i Midtre Fjord er bare halvparten av dominansen i Indre og Ytre Fjord. Dette forklarer hvorfor diversiteten og jevnheten er størst i Midtre Fjord.

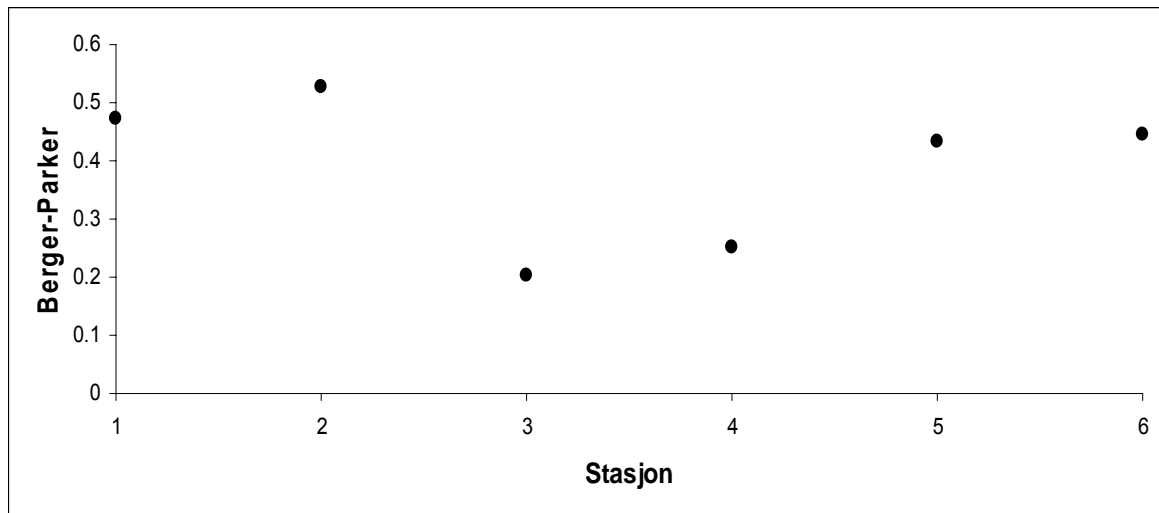


Figur 3.7 Shannon-Wiener indeksen for totalfangsten på de seks trålstasjonene. Midtmeie (1), Gråøyrenna (2), Tofteflaket (3), Travbanen (4), Blåkollrenna (5), Vestafor (6). Stasjonene er ordnet etter geografisk tilhørighet fra Indre Oslofjord til Ytre Fjord (1-6).



Figur 3.8 Evenness-indeksen for totalfangsten på de seks trålstasjonene. Midtmeie (1), Gråøyrenna (2), Tofteflaket (3), Travbanen (4), Blåkollrenna (5), Vestafor (6). Stasjonene er ordnet etter geografisk tilhørighet fra Indre Oslofjord til Ytre Fjord (1-6).

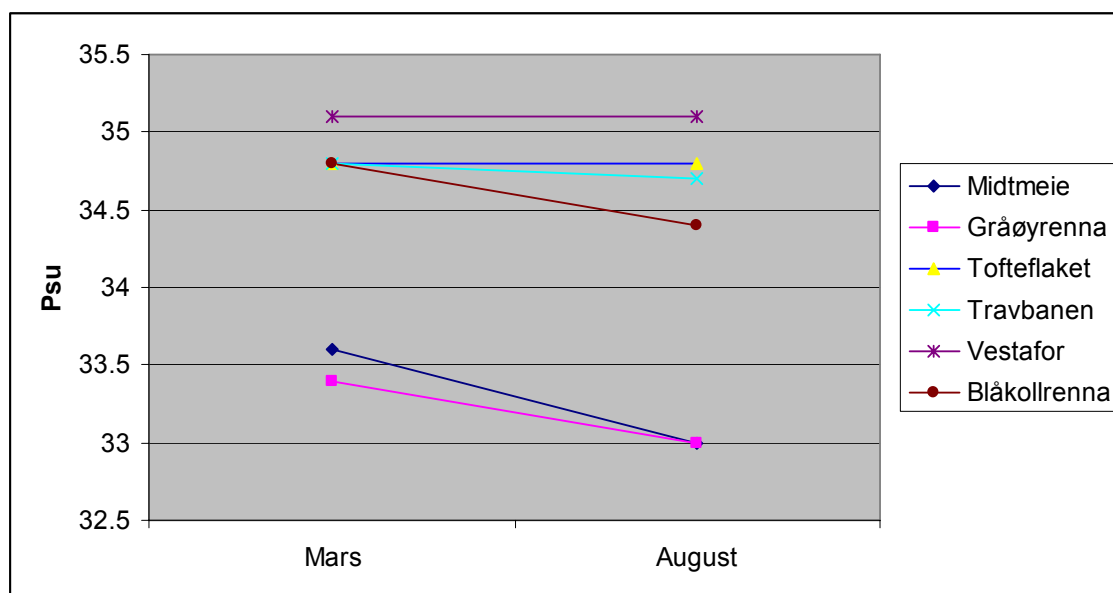




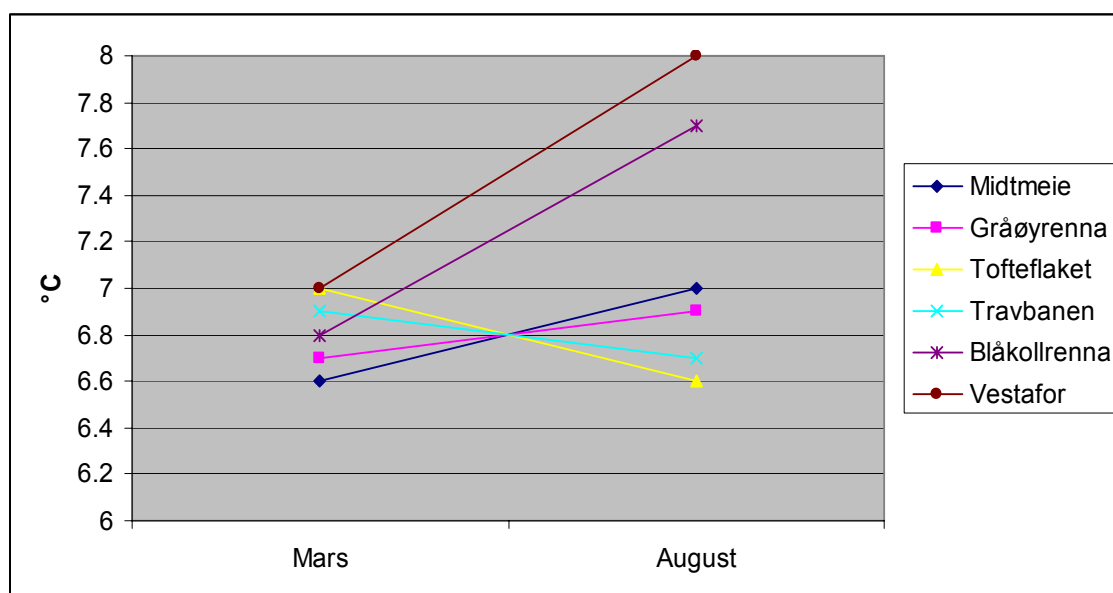
Figur 3.9 Verdier for Berger-Parker-dominansen for totalfangsten på de seks trålstasjonene. Midtmeie (1), Gråøyrenna (2), Tofteflaket (3), Travbanen (4), Blåkollrenna (5), Vestafor (6). Stasjonene er ordnet etter geografisk tilhørighet fra Indre Oslofjord til Ytre Fjord (1-6).

### 3.3 Hydrografiske faktorer

Av Figur 3.10 og 3.11 kan vi se at det var lite variasjon i saltholdighet og temperatur på de undersøkte dypene (65-190 meter) ved samtlige stasjoner (Vedlegg 3). For å kunne sammenstille utviklingen i de hydrografiske parametrene var det nødvendig å velge nærliggende datoer hvor målinger er foretatt ved alle stasjoner. Det er kun i mars 2005 og august 2005 hvor tråling ble utført ved alle lokaliteter, så disse månedene er derfor best egnet til beskrivelse av saltholdigheten og temperaturen. Saltholdigheten i Indre Oslofjord var lavere enn i både Midtre og Ytre Fjord. Variasjonen var størst ved Midtmeie i Indre Oslofjord med maksimumsverdien 33.6 psu målt 15.03.05 og minimumsverdien 32.7 psu målt 30.09.05. Minimumsverdien for Midtmeie var den lavest observerte saltholdigheten for alle drag. Blåkollrenna hadde også noe variasjon i saltholdigheten med minimum 34.4 psu (20.10.2004) og maksimum 35.1 psu (17.08.2005), altså en differanse på 0.7. Høyest saltholdighet, 35.2 psu, ble observert på Vestafor 21.10.2004. På Tofteflaket og Travbanen i Midtre Fjord var det lite variasjon i saltholdighet ( $\pm 0.1$  psu). Blåkollrenna hadde den største variasjonen i temperaturen: fra 6.8 °C i mars til 8.5 °C i august. Ved stasjonene i Ytre Fjord og Indre Oslofjord var det en temperaturøkning fra mars til august, mens i Midtre Fjord sank temperaturen mot høsten.

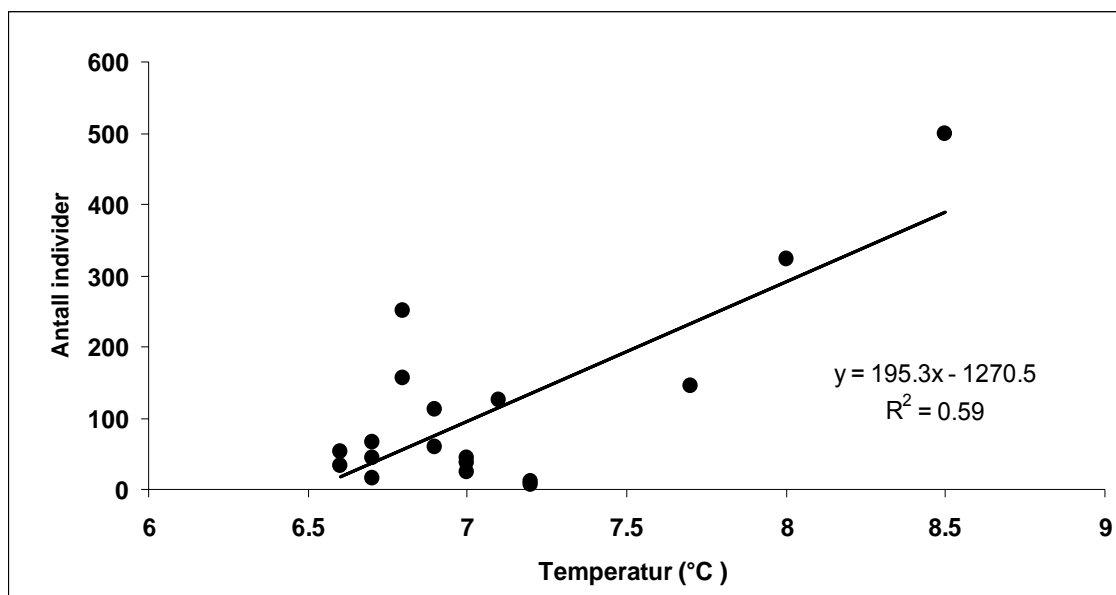


Figur 3.10 Utviklingen i saltholdigheten ved bunnen i perioden mars-august 2005.

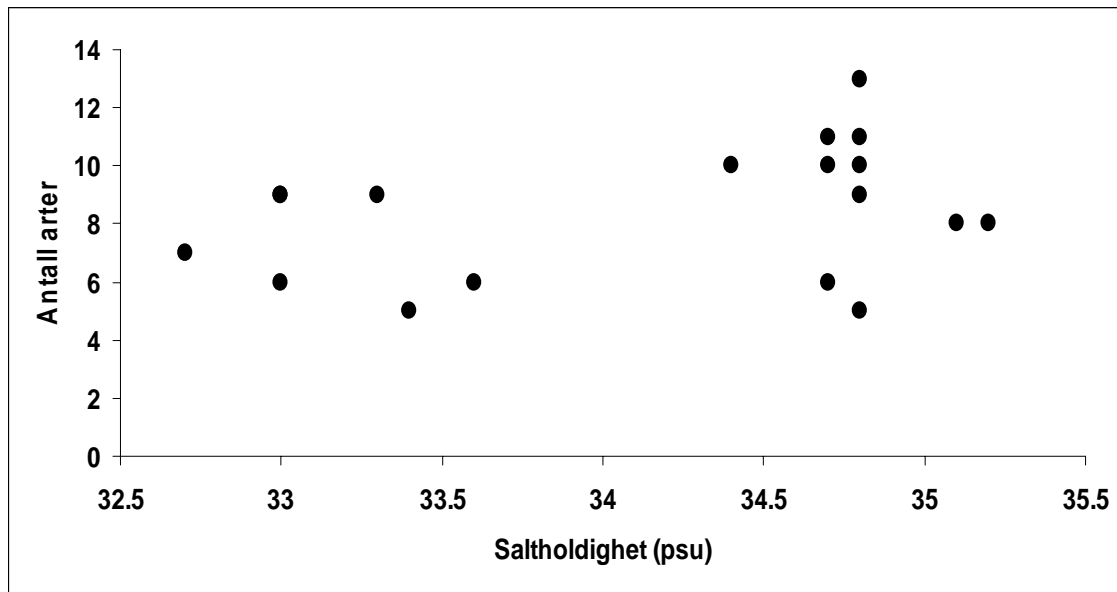


Figur 3.11 Utviklingen i temperaturen ved bunnen i perioden mars-august 2005.

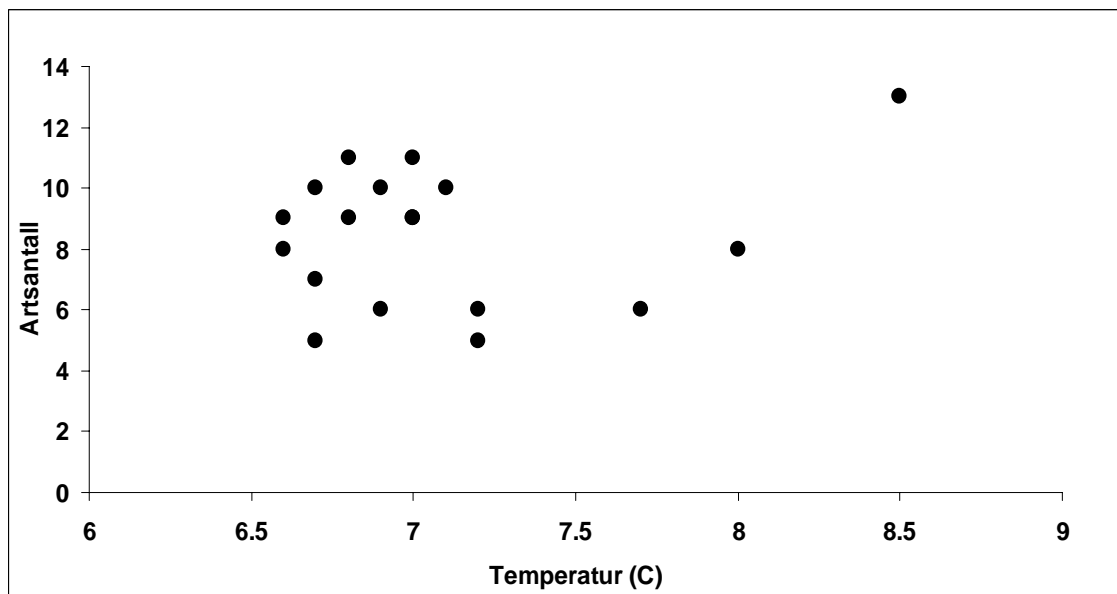
Innvirkningen av de hydrografiske faktorene på artsrikhet og abundanse kan undersøkes med lineær regresjonsanalyse. På grunn av tekniske problemer med CTD-sonden er regresjonsanalysene basert på 18 drag og ikke 28 som er det totale antall tråldrag i denne undersøkelsen. Det var ingen samvariasjon mellom artsrikhet og saltholdighet (Figur 3.13), artsrikhet og temperatur (Figur 3.14), eller mellom individantall og saltholdighet (Figur 3.15). Det var imidlertid en signifikant positiv lineær sammenheng mellom temperatur og individantall per tråldrag (Figur 3.12;  $df = 16$ ). Temperaturen forklarer 59 % av variasjonen av individantallet.



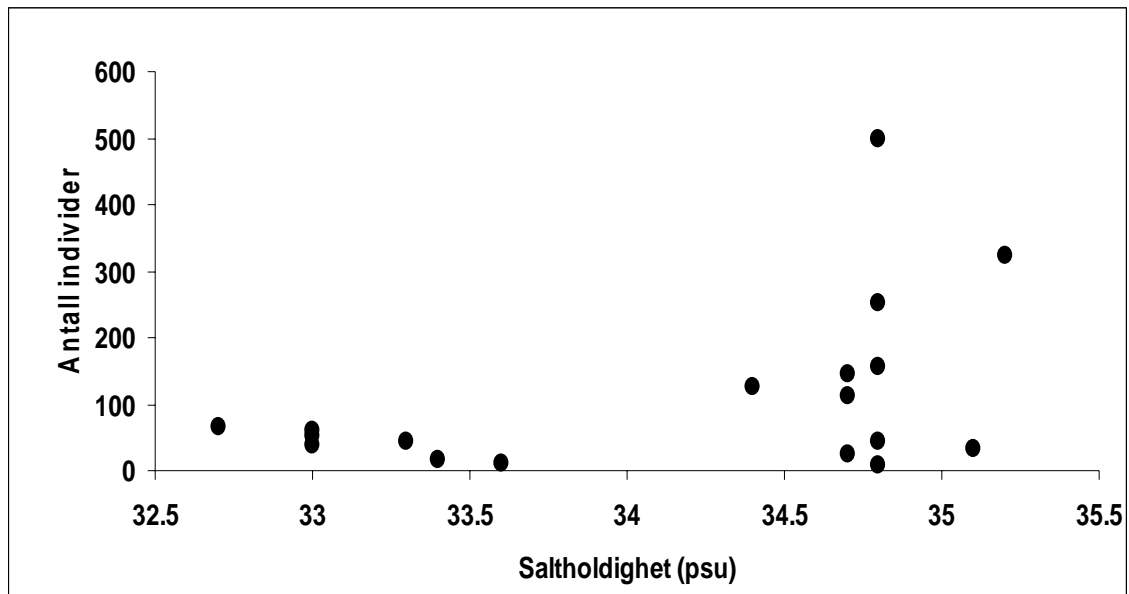
Figur 3.12 Individantallet plottet mot temperaturen i 18 tråldrag



Figur 3.13 Artsantallet plottet mot saltholdigheten i 18 tråldrag



Figur 3.14 Artsantallet plottet mot temperaturen i 18 tråldrag



Figur 3.15 Individantallet plottet mot saltholdigheten i 18 tråldrag

### 3.4 Biologiske parametre til skrubbe i Indre Oslofjord

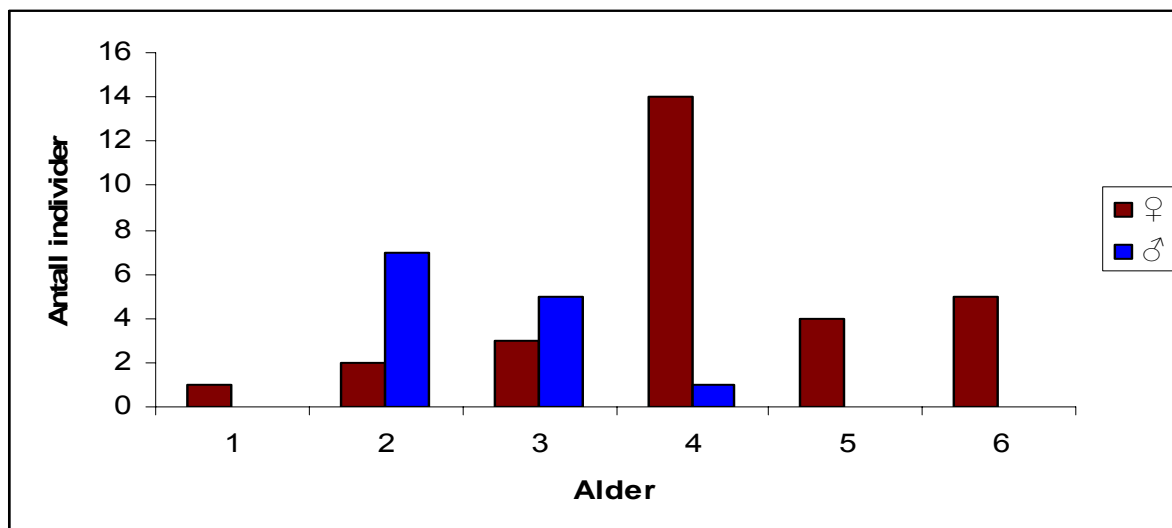
#### Alder, lengde og vekt

Alder av 42 skrubber (*sagitta* gikk i stykker for et individ), samt lengde og vekt av 43 skrubber tatt ved Killingen i Indre Oslofjord er gitt i Tabell 3.4. Hunnfisk utgjorde i underkant 3/4 av den totale fangsten. For hunnfisk var aldersgruppen 4 år hyppigst forekommende med en andel på 48 %, mens 2-åringene dominerte hos hannene med 54 % (Figur 3.16).

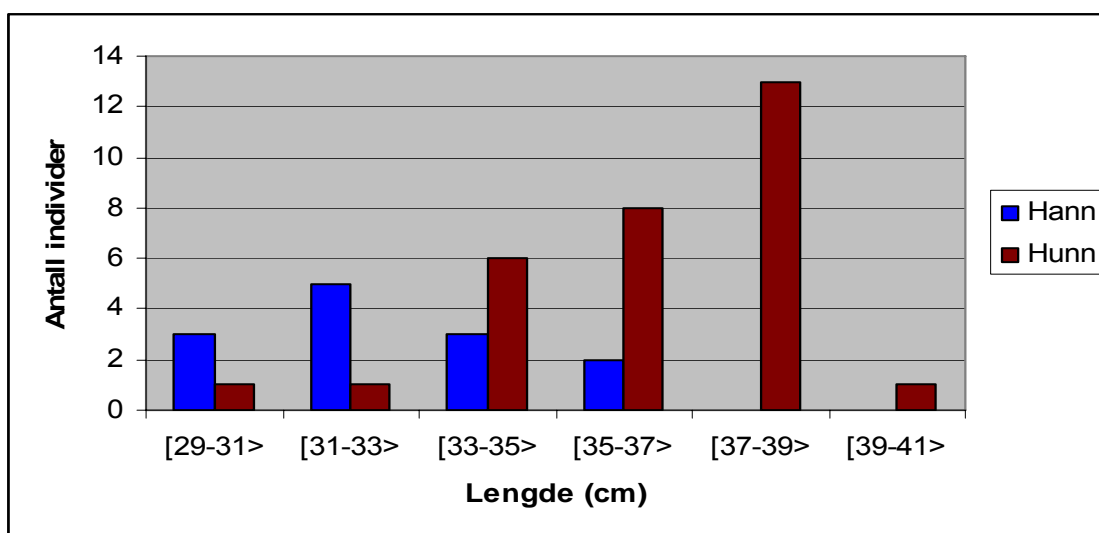
Lengdefordelingen hos skrubbe viste ingen tydelige mønstre (Figur 3.17), men vekten var tilnærmet normalfordelt hos begge kjønn (Figur 3.18).

Tabell 3.4 Alder, lengde og vekt for innsamlet skrubbe, **median** (25%-75% kvartilene i parentes).

<i>Faktor</i>	<i>Antall</i>	<i>Alder (år)</i>	<i>Lengde (cm)</i>	<i>Vekt (g)</i>
♀ Indre Oslofjord	30	1-6	<b>36.5</b> (34.6-37.5)	<b>549.4</b> (462.8-619)
♂ Indre Oslofjord	13	2-4	<b>32</b> (31.0-34.0)	<b>348</b> (342.0-486.0)

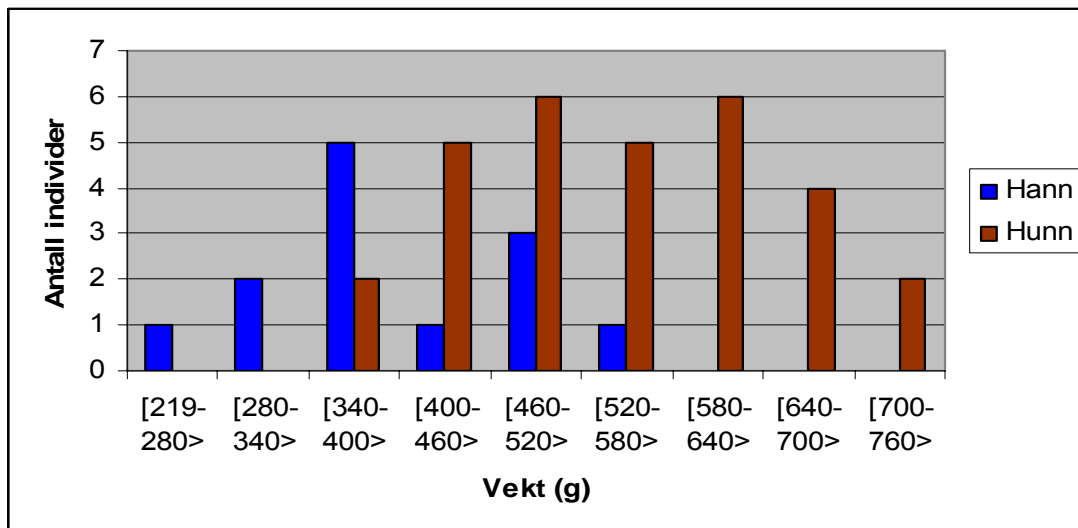


Figur 3.16 Aldersfordeling av 42 skrubber (13 hanner og 29 hunner) fanget ved Killingen i Indre Oslofjord



Figur 3.17 Lengdefordeling av 43 skrubber fanget ved Killingen i Indre Oslofjord



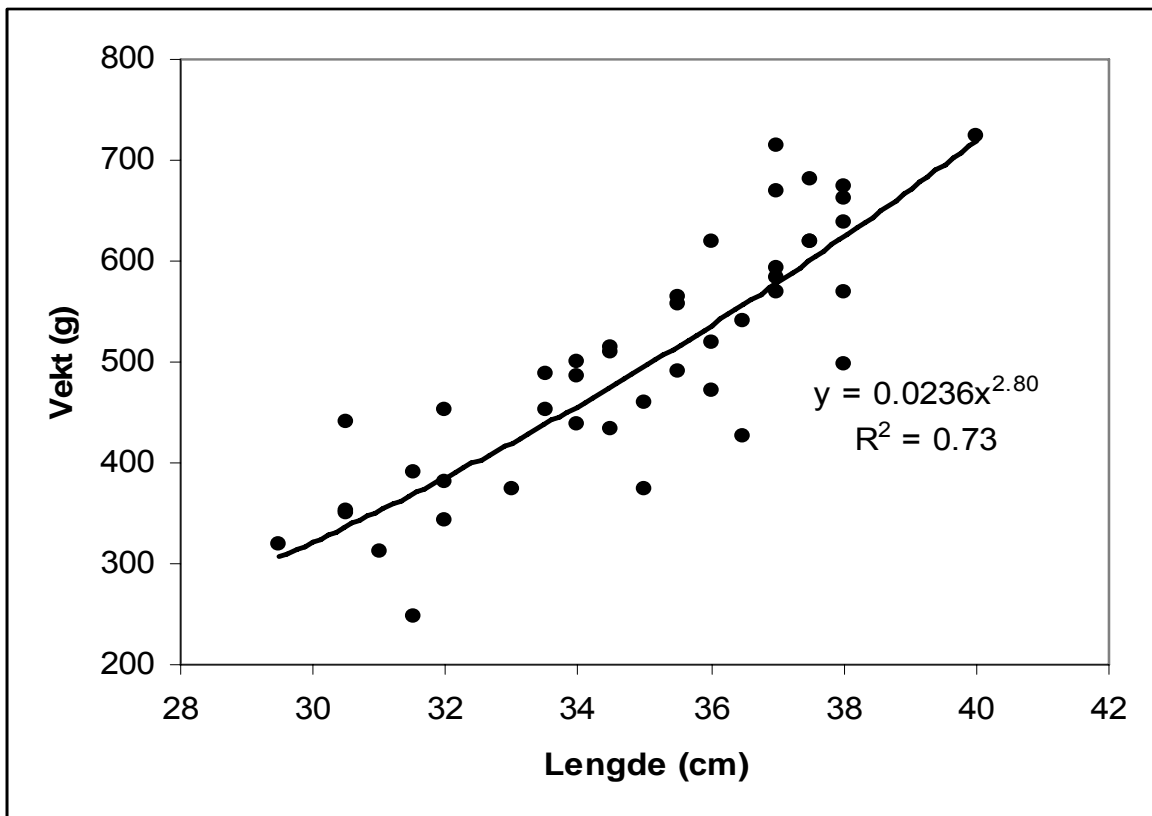


Figur 3.18 Vektfordeling av 43 skrubbe fanget ved Killingen i Indre Oslofjord

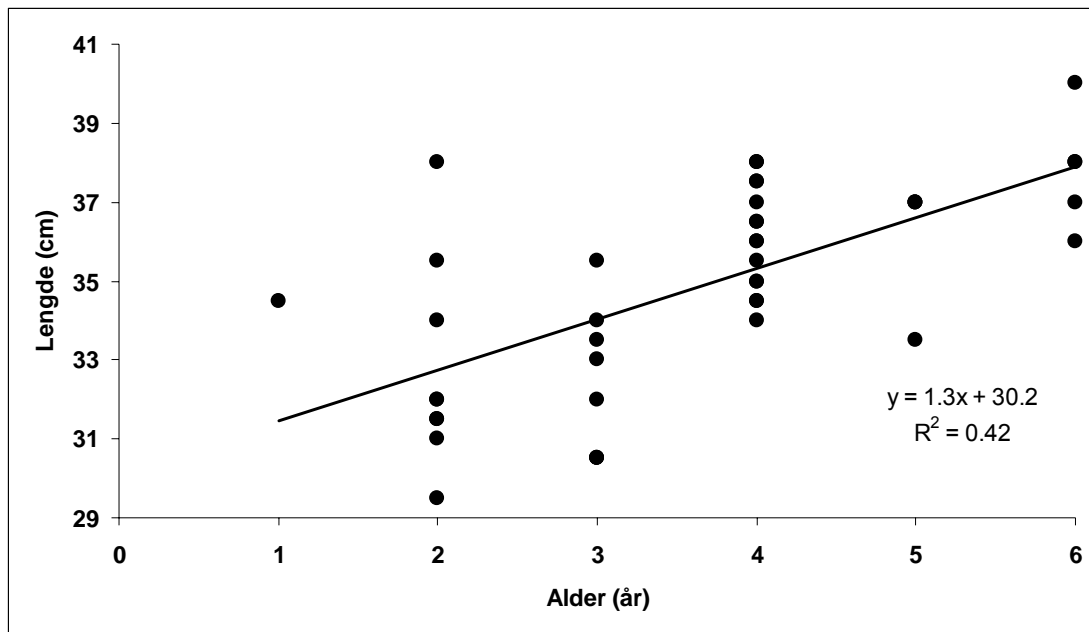
### Vekst

Det var en signifikant sammenheng mellom vekt (V) og lengde (L) hos skrubbe fanget ved Killingen (Figur 3.19; Lineær regresjon,  $df = 41$ ,  $P < 0.05$ ;  $R^2 = 0.73$ .):  $V = 0.0236L^{2.80}$ .

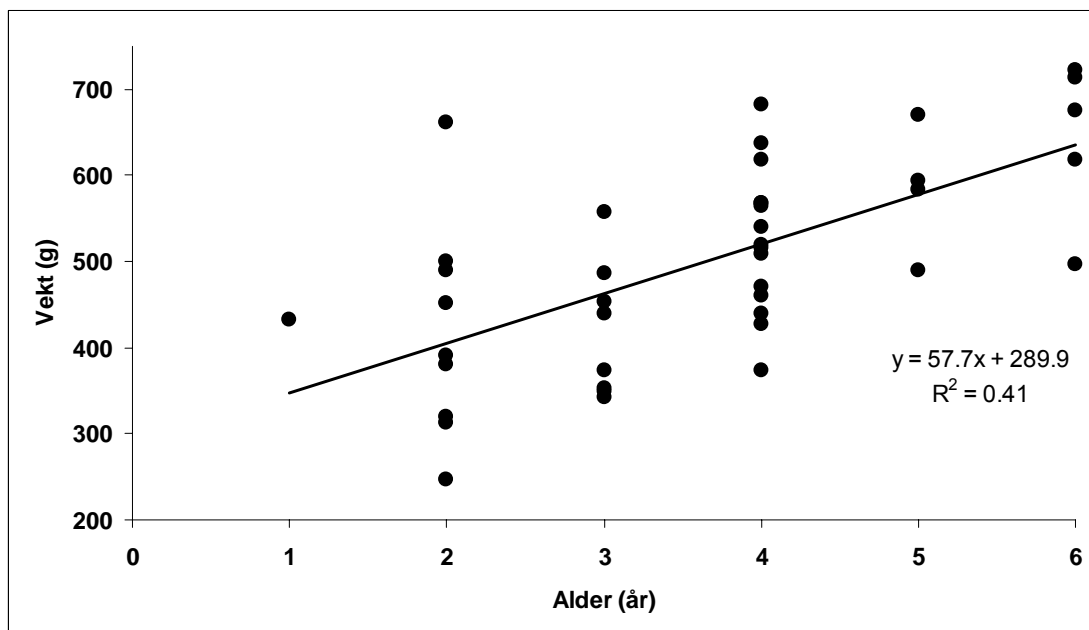
Forskjellen i stigningstallene mellom kjønnene var ikke signifikant (Kovariansanalyse,  $P = 0.35$ ). Hunnfisk og hannfisk vil derfor i det følgende bli behandlet under ett. I hver aldersgruppe var det en ganske stor spredning i lengde og vekt (Figur 3.20 og 3.21, Tabell 3.5).



Figur 3.19 Lengden plottet mot vekten hos 43 skrubber fanget ved Killingen



Figur 3.20 Lengden plottet mot alderen hos 42 skrubbe fanget ved Killingen.



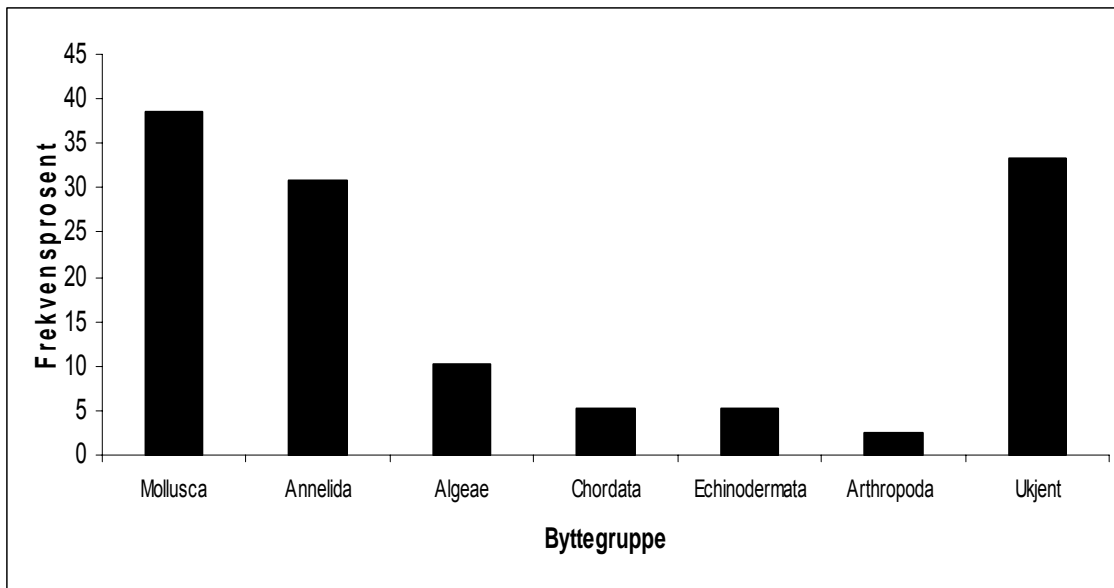
Figur 3.21 Vekten plottet mot alderen hos 42 skrubbe fanget ved Killingen.

Tabell 3.5 Lengde og vekt ved alder **gjennomsnitt** (min-maks) na = ikke tilgjengelig, **n** = 42.

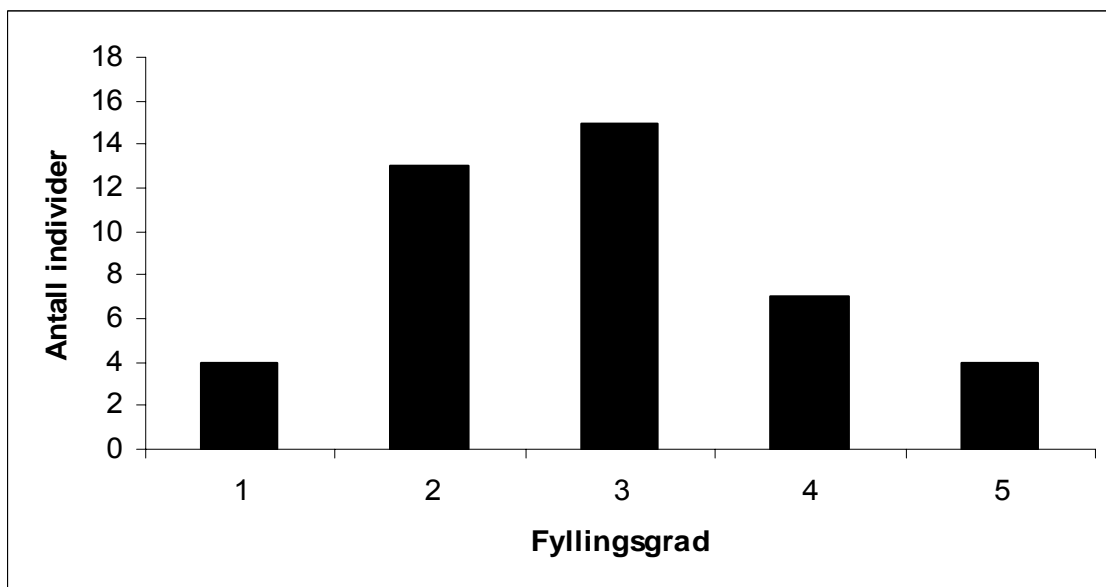
Alder	Lengde		Vekt	
	♀	♂	♀	♂
<b>1</b>	<b>34.5</b> (na)	na	<b>433</b> (na)	na
<b>2</b>	<b>35.0</b> (32.0-38.0)	<b>32</b> (29.5-35.5)	<b>521</b> (380-662)	<b>387</b> (247-501)
<b>3</b>	<b>33.2</b> (30.5-35.5)	<b>32</b> (30.5-34)	<b>483</b> (440-557)	<b>381</b> (342-486)
<b>4</b>	<b>36.1</b> (34-38)	<b>36</b> (na)	<b>527</b> (374-682)	<b>520</b> (na)
<b>5</b>	<b>36.1</b> (33.5-37)	na	<b>581</b> (489-670)	na
<b>6</b>	<b>37.8</b> (36-40)	na	<b>646</b> (497-723)	na

### Diett

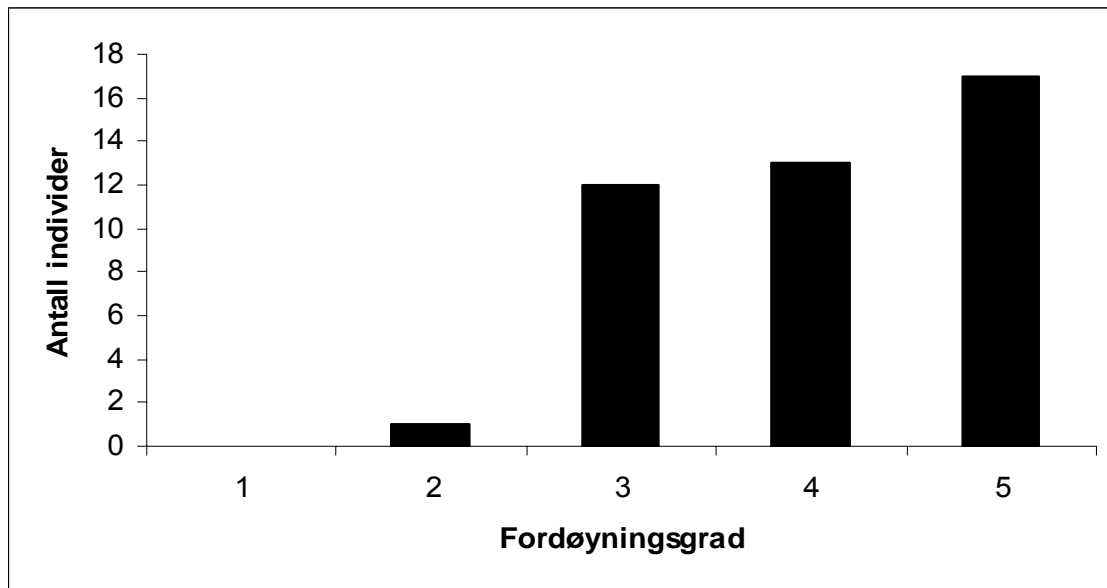
Av 43 skrubber fanget i Indre Oslofjord var det 26 individer med mageinnhold som lot seg identifisere. De dominerende byttegruppene for skrubbe ved Killingen var muslinger (38 %) og børstemark (31 %). Forekomstfrekvensen av de ulike byttegruppene er gitt i Figur 3.22. De fleste skrubbene hadde noe mageinnhold Figur 3.23, gjennomsnittlig fyllingsgrad var 3.1. Kun 9 % av skrubbene hadde helt tom mage. Mageinnholdet er som vist ved Figur 3.24 preget av at fisken har vært i garnet en stund, gjennomsnittlig fordøyningsgrad var 4.1.



Figur 3.22 Forekomstfrekvensen av byttegruppene til skrubbe fra Killingen.



Figur 3.23 Fyllingsgrad av magesekken for 43 skrubbe fanget ved Killingen.



Figur 3.24 Fordøyningsgrad av innholdet i magesekken for 43 skrubbe fanget ved Killingen.

## 4.0 Diskusjon

### 4.1 Metode

Til sammen dekker de 28 tråldragene et bredt spekter av dybder (65-190 meter) og en stor del av den sesongmessige variasjon (mars - desember). Tråldragene er imidlertid ikke jevnt fordelt mellom de ulike stasjonene eller gjennom året. Siden mengden av de ulike artene varierer fra sted til sted og fra årstid til årstid (Hjort og Ruud 1938), vil et beskjedent antall tråldrag ikke kunne gi et riktig bilde av det kvantitative forholdet mellom artene. Den skjeve fordelingen av tråldragene i denne undersøkelsen skyldes delvis dårlig vær og varierende tilgjengelighet av stasjoner, og dessuten kostnadene ved bruk av båt. Tilnærmet kan man si at dragene i Indre Oslofjord representerer forholdene i sommerhalvåret (april-oktober), mens dragene i Midtre og Ytre Fjord representerer forholdene i vinterhalvåret (november-mars).

Flere faktorer påvirker trålfangsten (Tosunoglu *et al.* 2003); både biologiske (artenes morfologi og adferd) og tekniske (trålens maskestørrelse og utforming). For eksempel fant Ingolfson og Jørgensen (2006) at andelen som unnslett var høyere for torsk (1/3) enn for hyse (1/4). Engås og Godø (1989) påpekte betydningen av adferd ved at noen fisk (hyse og torsk) flykter inn i nettet under forsøk på å unngå mudderskyer eller tråldører, og torsk kan bli skremt inn i trålen av lyden eller ved synet av et fiskefartøy (Hjellvik *et al.* 2003). Enkelte individer av torsk viste seg å være fangbare selv om de i utgangspunktet befant seg så mye som 200 meter over trållåpningen. Røstad *et al.* (2006) fant i tillegg at sild tiltrekkes av båter, så slike arter får dermed større fangbarhet. Betydningen av varierende atferd for fangbarheten er mest undersøkt for kommersielt viktige fiskearter fordi det er viktig å redusere feilkilder ved bestandsestimering. Det bør imidlertid også understrekes at det sannsynligvis er stor variabilitet i fangbarheten til de mindre undersøkte ikke-kommersielle artene.

Konsentrasjonen av flere arter (lysing, hvitting, sild, hyse, knurr) vil være høyest ved bunnen på dagtid pga døgnlig vertikalvandring, DVM (Onsrud *et al.* 2004; Adlerstein *et al.* 2002; Walsh 1991; Petrakis *et al.* 2001). Petrakis *et al.* (2001) fant at fangstene av sild var over 8 ganger høyere på dagtid enn om natten, for hyse var fangsten 3 ganger høyere om dagen. Alle dragene i min undersøkelse ble imidlertid foretatt i dagslys mellom klokka 9 og 16; med høyest frekvens omlag klokken 12. Vertikalvandringen vil derfor ikke gi mye bidrag til variabiliteten i sammensetningen av fangstene i denne undersøkelsen, men representasjonen av artsfordelingen blir skjev fordi vi ikke fisket om natten.

Både høyde og bredde på trålen vil endres ved ujevn fart, så effektiviteten av trålingen blir dermed variabel når man tråler over den samme distansen. I en undersøkelse av hastighetenes innvirkning, fant Adlerstein og Ehrich (2002) at fangst av små hyser, hvitting, knurr og sandflyndre økte betydelig med trålens hastighet over bunnen. Videre fant de at fangsten av øyepål og større hvitting også økte med hastigheten. Fangbarheten av øyepål og liten hvitting økte til det dobbelte ved en økning fra 3.9 til 5.2 knop.

Spesielt for denne undersøkelsen var at vi tidvis hadde problemer med sensorene som var festet til selve trålen for å registrere åpning og dybde på trålen. Ved enkelte drag hang de seg fast i hverandre og/eller i trålen slik at åpningen ble innsnevret. Dette har påvirket fangsten i denne undersøkelsen, men det lar seg ikke gjøre å kvantifisere denne effekten.

## 4.2 Artsfordelingen

Den tilnærmede lognormalfordelingen av artenes individantall (Figur 3.1) gjenspeiler et lite antall av arter som er representert med et høyt individantall (hvitting, øyepål, gapeflyndre, hyse, torsk, kolmule og lysing) og en stor andel av arter som er middels eller lavt representert. Denne formen for samfunnsstruktur er velkjent i både marine (Gray *et al.* 2006) og terrestriske samfunn (Preston 1962; Krebs 2001). Denne undersøkelsen er imidlertid basert på



et lite antall tråldrag, og det er sannsynligvis årsaken til at kurven blir trunkert (May 1981).

Ved et høyere antall drag ville vi antakelig fått flere arter med lavt individantall som ville havnet i de minste oktavene. De artene som opprinnelig var i de laveste oktavene ville da blitt flyttet til høyere oktaver og kurven ville passe bedre med en glatt lognormal fordeling.

Om vi ser nærmere på artene med lavt individantall er det mulig å identifisere noen fellestrekk som kan forklare den lave representasjonen som en konsekvens av biologien til hver enkelt art:

- 1) Enkelte av artene (sild, brisling, sei og lyr) er hovedsaklig pelagiske (Nash 1985; Pethon 1994) og vil derfor ha liten fangbarhet for bunntåling.
- 2) Enkelte av artene (tangsprell, sandkutling, sandflyndre knurr, ulke og piggulke) er assosiert med andre dyp eller habitater (Petrakis *et al.* 2001; Pethon 1994) enn der vi trålet. Tangsprell er en art som har tilhold på grunt vann i fjæresonen, det er imidlertid alminnelig antatt blant fiskere i Oslofjorden at denne og andre grundtlevende arter trekker ut på dypere vann om vinteren (Lid 1967). For sandflyndre fant Petrakis *et al.* (2001) at fangstene var 13 ganger høyere på grunt vann ( $< 75$  m) enn dypt vann ( $> 75$  m) i Nordsjøen i perioden 1976-1993. Dette understreker viktigheten av dybdevariasjon ved en slik undersøkelse.
- 3) Enkelte arter har redusert fangbarhet på grunn av morfologi (slimål), størrelse (laksesild) eller atferd (tunge, slimål). Slimålen skiller ut slim via slimsekker i buken (Pethon 1994), mens laksesild er en relativt liten fisk som kan bli opptil 7.6 cm lang (Lid 1967). Således vil slimål og laksesild lettere gå rett gjennom åpningen i nettet (vi brukte maskevidde på 40 mm). For å få en bedre representasjon av disse artene vil det derfor være nødvendig og benytte et mer finmasket nett (Hjort og Ruud 1938). Både tunge og slimål er kjent for å grave seg ned i mudderet, dette kan medføre redusert fangbarhet for disse artene (Pethon 1994).

- 4) Enkelte arter (mulle og taggmakrell) opptrer mer sporadisk i Oslofjorden (Pethon 1994).

Artene med lavt individantall i min undersøkelse (laksesild, tretrådet tangbrosme, tunge, ål, fløyfisk, sandflyndre, ulke, lomre, piggulke, mulle, slettvar, slimål og taggmakrell) har også tidligere vist seg å opptre i lave antall (Lid 1967; Nash 1985). Sandflyndre og slimål var imidlertid vanlige i i fangsten perioden 1963-1967 (Lid 1967) (Lid definerte en art som vanlig når den forekom i mellom 10 og 50 % av fangstene), men ingen av de forekom i stort antall (Lid definerte stort antall som mer enn 10 individer i gjennomsnitt per tråldrag). De resterende artene med lavt individantall i min undersøkelse ble av Lid klasifisert som enten sparsom (1-10%), sjelden (<1%), eller var helt fraværende i perioden 1963-1967 (Lid 1968). Dette understreker at det er biologiske og/eller tekniske forhold, men ikke tilfeldigheter som er årsaken til at enkelte arter sjelden forekommer i de dypere (65-190 meter) områdene av Oslofjorden.

#### 4.3 Variabiliteten i artsantallet

Variabiliteten i artsantallet har en lineær sammenheng med det gjennomsnittlige individantallet (Figur 3.4). På lokalitetene med liten gjennomsnittsfangst var artsantallet i tråldrag relativt stabilt, mens på stasjonene med høye gjennomsnittsfangster varierte artsantallet mye. Blåkollrenna i Ytre Fjord hadde størst artsantall og størst gjennomsnittlig antall individer. Blåkollrenna var også den stasjonen hvor variasjonen i antall arter per tråldrag var størst. Variasjonen i dybde på dragene varierte ikke mer enn den gjorde ved de andre stasjonene, men minst et drag var så grunt som 65 meter. Fagerli (2006) fant i sin undersøkelse av torsk i Oslofjorden at torsken var signifikant mindre ved Blåkollrenna enn de andre stasjonene. Innslaget av arter som foretrekker grunnere vann (ulke, tangsprell og sandkutling) indikerer at Blåkollrenna er et heterogent område, og derfor også mer artsrik.

Siden fisk i denne undersøkelsen er samlet inn ved hjelp av tråldrag som strekker seg over lange distanser (3.25 km ved varighet 30 minutter og hastighet på 1.75 knop), er det ikke mulig å identifisere lokale variasjoner i bunnforholdene. Slike lokale variasjoner vil påvirke både artsrikdommen og artssammensetningen (Callaway *et al.* 2002). Kunnskap om artenes biologi vil imidlertid gjøre det mulig å si noe om variasjonen i miljøet. For eksempel trives sandkutling best på sandbunn og tangsprell foretrekker tarebeltene i littoralsonen (Pethon 1994). Tangsprell forekom kun ved Blåkollrenna mens sandkutling ble tatt ved tre tilfeller (25 individer ved Blåkollrenna på 2 drag, og et individ ved Travbanen i Midtre Fjord). Piggulke som også kun ble tatt ved Blåkollrenna, trives best på steinbunn. Innslaget av disse tre artene som sjelden forekommer på mudderbunn, kan tyde på at vi har trålet over foretrukne mikrohabitat (felter med sand og steinbunn) for de respektive artene. Heterogeniteten i habitatet er påvist å korrelere godt med artsdiversitet (Gorman og Karr 1978). Den store variasjonen i artsantallet tyder på at Blåkollrenna har et høyere artsantall og er et mer heterogent område enn de andre stasjonene. For å få et godt anslag av artsantallet ved Blåkollrenna er det derfor nødvendig å ta et større antall tråldrag enn ved de andre stasjonene.

#### 4.4 Forekomstene i tråldragene

Et lite antall arter forekom relativt ofte i tråldragene (torsk, gapeflyndre, hvitting, rødspette og hyse), og et stort antall arter var mindre vanlige i fangsten (Figur 3.5). Majoriteten av artene i naturen har en klumpvis fordeling, hvilket gjenspeiler krav til habitat, klima, reproduksjonsmønster, fordelingen av ressurser som utnyttes og sosial adferd (Raven og Johnson 2002). Dette mønsteret er tydelig også for bunnfisk i Oslofjorden. Bare syv av artene ble observert ved samtlige lokaliteter og disse hadde dermed en tilnærmet uniform fordeling i fjorden.

Individantallet av artene følger forekomsten, de fleste artene som ble tatt i store antall forekom hyppig. To arter skilte seg imidlertid ut (Tabell 3.2): (1) kolmule hadde en begrenset

forekomst men var representert med et høyt individantall, og (2) rødspette hadde en vid forekomst men var representert med et lite individantall. Kolmule er en stimfisk som oftest finnes på noe større dyp. Hovedgytingen foregår vest for de Britiske øyer og beiteområdene er lokalisert til Norskehavet. Den store fangsten i det ene draget på Vestafor virker å være en fangst av mer tilfeldig karakter idet vi her påtraff kolmule i periferien av sitt utbredelsesområde. Rødspettas vide forekomst i små mengder kan skyldes bunnsubstratet idet rødspette foretrekker sandbunn fremfor leire (Hinz *et al.* 2006; Pethon 1994).

#### 4.5 Diversitetsindeksene

Indeks resultatene gjenspeiler i denne undersøkelsen dominansen enkelte arter utgjør i fangsten, dominans gjør stort utslag på måltallene. Gjennomsnittlig Berger-Parker indeks ved Midtmeie var 0.53, over halvparten av individene i et gjennomsnittsdrag ved Midtmeie besto altså av en art, hvilke arter som dominerte varierte. Ved Midtmeie var den dominerende arten hovedsakelig hvitting, mens ved Vestafor var det øyepål og kolmule som førte til en høy Berger-Parker indeks. En rekke av de artene vi fikk er kjent for å kunne gå i store stimer (Pethon 1994), biodiversitets indeksene vil påvirkes av hvorvidt vi har truffet på en stim eller ikke. Ved Tofteflaket i Midtre Fjord hvor diversiteten var høy og dominansen lav ble det ikke fanget Øyepål. Det er imidlertid ikke tvil om at en eller to store fangster av øyepål ville gjort store utslag på biodiversitetsindeksene. Dette viser viktigheten kjennskap til de egenskaper som er spesielle for det samfunn som undersøkes for korrekt tolkning av indeksene.

## 4.6 Hydrografiske faktorer

De hydrografiske faktorene temperatur, saltholdighet og oksygen har vist seg å være viktige faktorer for hvordan et fiskesamfunn er sammensatt (Wootton 1992; Marshall & Elliot 1998; Zheng *et al.* 2002). Temperaturen en meter over varierte mellom 6.6 og 8.5 C°, saltholdigheten mellom 32.7 og 35.2 psu. Temperatur og saltholdighet varierte svært lite under denne undersøkelsen, både mellom lokaliteter og gjennom undersøkelsesperioden. Målingene av oksygen måtte forkastes ved denne undersøkelsen p.g.a tekniske problemer (mangelfull kalibrering av sonde). Oksygeninnholdet er den faktoren som varierer mest i løpet av året da det i motsetning til temperatur og saltholdighet også bestemmes av biologiske prosesser som nedbryting og respirasjon. Spesielt for den type terskelfjord som Oslofjorden representerer er at vannmassenes tetthetsforskjeller hindrer blanding av vannmassene og dermed transport av oksygen ned til de dypere områdene. Oksygeninnholdet i Indre Oslofjord på 90 meters dyp vil generelt variere fra omlag 1 ml/L rett før en dypvannsfornyelse til 5ml/L rett etter en dypvannsfornyelse (Baalsrud og Magnusson 2002). I likhet med Indre Oslofjord vil også oksygennivået i dypvannet i Midtre og Ytre Fjord variere med dypvannsfornyelse. Variasjonene i oksygennivået er imidlertid langt fra like tydelig her som i Indre Oslofjord med nivåer fra 4 ml/L til 6 ml/L med lokale variasjoner (DNV 2002).

Når oksygennivået faller til ca 0.5 ml/L begynner svovelreducerende bakterier å nyttegjøre seg av oksygenet i nitrat (NO<sub>3</sub>). Bakteriene omdanner nitrat til ammonium (NH<sub>4</sub>). Under lave konsentrasjoner av nitrat og ammonium vil bakterier benytte seg av oksygenet i sulfat (SO<sub>4</sub>). Bakteriene omdanner sulfat til hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). Hydrogensulfid er giftig for mange organismer og utskifting av vannet er derfor kritisk. Sessile og lite bevegelige organismer som lever på bunnen eller i bunnsedimentene, vil også kunne dø som en direkte konsekvens av lave oksygenkonsentrasjoner. Fisk og andre mobile organismer, vil imidlertid kunne trekke vekk fra områder med for lite oksygen (Magnusson *et al.* 2005).

Alle høyere former av marine organismer har minstekrav til oksygenkonsentrasjonen for å kunne trives. Kritiske oksygennivåer varierer imidlertid mye fra art til art. Scholz (1986) oppgir kritiske oksygennivåer for fem arter fanget i Elbe estuariet i Tyskland (kritiske nivåer for oksygen i  $\text{mg L}^{-1}$  ( $\text{ml L}^{-1}$  i parentes)): Torsk 4.2 (2.9), sandflyndre 2.0 (1.4), rødspette 1.6 (1.12), skrubbe 1.3 (0.9), ål 0.2-0.4 (0.14-0.28). Det er imidlertid verdt å merke seg at dette er  $\text{LD}_{50}$  konsentrasjoner, og fisk vil flykte før nivåene blir så lave. Torsk behøver for eksempel oksygennivåer på over 3ml/L for å trives (Baalsrud og Magnusson 2002). Oksygenkonsentrasjonene vil altså sjelden være så lave at de er direkte dødelige for disse artene ved de lokalitetene vi har undersøkt, men ved lave konsentrasjoner vil det være nødvendig for enkelte arter (torsk, sandflyndre og rødspette) å flykte fra området. Nivået av løst oksygen i vannmassene vil altså påvirke artfordelingen.

I denne undersøkelsen hadde temperatur en signifikant sammenheng med det totale individantall (Figur 3.12). Denne sammenhengen har også tidligere blitt påvist av Marshall og Elliot (1998) og Thiel (1995), men da i estuarier med betydelig større variasjoner i de hydrografiske faktorene saltholdighet (0.3-32.2 psu) og temperatur (2.5-21.1  $^{\circ}\text{C}$ ). I en studie av Scheldt estuariet i Belgia påviste Maes *et al* (2004) at abundansen av 15 arter hadde en signifikant korrelasjon med hydrografiske faktorer. Oksygen viste seg å korrelere med abundansen til 8 av artene, deriblant sandflyndre, ål, skrubbe, brisling og tunge. Flere arter viste seg også å korrelere med temperatur (ål, skrubbe, sandkutling og brisling) og saltholdighet (skrubbe, sandkutling og tunge). For skrubbe ble 46% av variasjonen i abundansen forklart av saltholdighet, temperatur og oksygen, mens klorofyll a og oksygen bare forklarte 9.9 % av variasjonen i abundanse av sild.

Siden temperaturen og saltholdigheten holder seg relativt stabil i dypvannet må oksygen ansees å være den viktigste hydrologiske faktoren, spesielt i Indre Oslofjord hvor konsentrasjonene varierer mye og hvor de til tider er svært lave ( Baalsrud og Magnusson 2002).

## 4.7 De viktigste artene

Som forventet hadde vi større fangster av torsk, hvitting, gapeflyndre, øyepål og hyse. Tre av disse artene, hvitting, gapeflyndre og torsk, må ansees som svært viktige komponenter av bunnfiskfaunaen i Oslofjorden, både med tanke på individantall og forekomst.

### ***Torsk***

Torsk var den arten som forekom hyppigst i Oslofjorden. Den ble fanget ved alle stasjoner gjennom hele året. Individantallet av torsk var imidlertid betraktelig mindre enn for de andre viktige artene. I tillegg til hvitting og gapeflyndre hadde også øyepål og hyse høyere individantall enn torsk. I Oslofjorden finnes kun kysttorsk (Gjøsæter *et al.* 2001). Kysttorsken foretar kun begrensede vandringer og regnes derfor hovedsakelig for å være en relativt stasjonær bunnfisk i Oslofjorden. Av spesiell interesse er det at torsken danner mindre lokale populasjoner slik at torsken i Indre Oslofjord sannsynligvis er relativt stasjonær (Knutsen *et al.* 2003), og man vet at den gyter lokalt.

### ***Hvitting***

Hvitting var blant de tre mest dominerende arter på alle undersøkte lokaliteter i Oslofjorden. Hvitting hadde det høyeste individantallet og ble tatt i de fleste fangstene. Hvittingen forkommer hyppig i både de frie vannmasser og ved bunnen på 10-200 meter (Bromley *et al.* 1997; Pethon 1994). Atkinson *et al.* (2004) viste i et forsøk at hvitting foretrakk sand og grus fremfor habitater med ujevn struktur. Våre drag var av praktiske årsaker lokalisert til bløtbunn, dette kan derfor være med på å forklare den store andelen vi hadde av hvitting i våre fangster. Det finnes lite informasjon om hvittingens vandringer, men det forekommer et skift rundt 2 års alderen hvor hvittingen går fra å ha et pelagisk levesett til et liv nærmere bunnen (Pedersen 1999).

### ***Gapeflyndre***

Gapeflyndre var den eneste ikke-gadoide arten som ble fanget i et betyddig antall.

Gapeflyndre forekom i like mange tråldrag som hvitting, men individantallet var halvparten så stort. Walsh (1991) fant at fangsten av gapeflyndre var høyere om natten enn om dagen, sannsynligvis som en følge av at den blir visuelt oppmerksom på trålen i dagslys. Andelen av gapeflyndre kan derfor være underestimert som en følge av at vi kun trålet om dagen. Pethon (1994) oppgir at gapeflyndren lever på bløtbunn og sandbunn på moderate dyp i sommerhalvåret mens den i vinterhalvåret trekker ned på 400-500 meters dyp. I denne undersøkelsen var imidlertid fangstene av gapeflyndre jevnt fordelt gjennom året ved alle stasjonene på dybder mellom 65 og 190 meter.

### ***Hyse***

Hyse er en fisk som trives i vann med høy saltholdighet (Hedger *et al.* 2004). Saltholdigheten i Indre Oslofjord lå jevnt under saltholdigheten i Midtre og Ytre fjord, noe som kan forklare at hyse forekom mindre hyppig og i lavere antall i Indre Oslofjord. Hysa trenger blant annet relativt høy saltholdighet for å gyte (35 ‰) og i våre områder er hovedgytefeltet lokalisert i Nordsjøen (Pethon 1994). Sundermeyer *et al* (2005) viste at hyse (og torsk) foretrekker grovere sand/grus fremfor leire, og de største fangstene forekom hvor temperaturen var 5-11 C°. Særlig viste temperaturen seg å ha stor innflytelse på den romlige utbredelsen av hyse og torsk gjennom året.

### ***Øyepål***

Øyepål hadde det nest største individantallet, men forekomsten var lav. Øyepål hadde en svært klumpvis fordeling (få drag, men mange når de forekom) og var i tillegg nærmest fraværende ved Gråøyrenna og ingen individer ble tatt ved Tofteflaket i Midtre Fjord. Lid



(1967) observerte at øyepål var mindre dominant i perioden 1963-1967 enn i perioden 1933-1934 da flere arter ble fanget i større mengder enn øyepål. Øyepål dominerte igjen i min undersøkelse (2004-2006), men i motsetning til perioden 1963-1967 var forekomsten (antall ganger den ble tatt) relativt beskjedent; spesielt i Midtre Fjord der øyepål forekom i kun et av ni drag.

#### 4.8 Sammenligning mellom Indre, Midtre og Ytre fjord

Den multidimensjonale analysen (CAP; Figur 3.6) viste at Indre Oslofjord hadde en signifikant forskjellig artssammensetning fra den funnet for Midtre og Ytre Fjord. Dessuten hadde de to indre Oslofjord stasjonene Midtmeie og Gråøyrenna signifikant forskjellige artssammensetninger. Flere biologiske faktorer har medvirket til dette resultatet.

Det er påvist at dybde påvirker mengden av de ulike fiskeartene (Menezes *et al.* 2006). Dragene i Indre Oslofjord varierte mindre i dybde (80-115m) enn dragene i Midtre og Ytre Fjord (65-190m). Artsrikheten var høyere i Midtre og Ytre Fjord enn i Indre Oslofjord, noe som kan skyldes at et større antall dybder er representert i Midtre og Ytre Fjord. Om vi ser på de artene som utgjorde 90 % av fangsten (hvitling, øyepål, gapeflyndre, hyse, torsk, kolmule og lysing) hadde Indre Oslofjord en meget beskjedent andel av hyse. Den lave saltholdigheten i Indre Oslofjord begrenser sannsynligvis hysas utbredelse her. Lysing utgjorde også i likhet med hyse en mye mindre andel av fangsten i Indre enn i Midtre og Ytre Fjord. Torsk derimot var en av de få artene som hadde størst antall i Indre Oslofjord. Dette kan ha en sammenheng med at torsken i Indre Oslofjord kan være en egen stamme (Knutsen *et al.* 2003). Kolmule var den eneste av de dominante artene i Oslofjorden som var totalt fraværende i Indre Oslofjord.

Forskjellene mellom bunnfiskfaunaene i Midtmeie og Gråøyrenna ligger først og fremst i antall arter, i tillegg var individantallene svært lave ved Gråøyrenna. Ved Midtmeie ble det fanget 17 arter (gjennomsnittlig 8.6) og ved Gråøyrenna 12 (gjennomsnittlig 5.8). Av artene som forekom i Gråøyrenna var det to (sandflyndre og kloskate) som ikke forekom på Midtmeie. Syv av artene på Midtmeie forekom ikke i Gråøyrenna. I Vestfjorden varierer dybdene mye mer, og avstanden er ikke lang mellom grunne skjær og dype renner. I motsetning kan Gråøyrenna karakteriseres som relativt jevndyp (rundt 114 m). De heterogene dybdeforholdene i Vestfjorden kan være en medvirkende faktor til det høye antall arter funnet her.

#### 4.9 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Hjort og Ruud (1938) fant 38 arter i 58 tråldrag på rekefeltene i Oslofjorden mens Lid (1967) fant 76 arter i mer enn 3000 tråldrag. I tillegg til disse undersøkelsene foreligger en undersøkelse foretatt av Nash (1985) i perioden 1981-1982, denne undersøkelsen dekker Indre Oslofjord inkludert Bunnefjorden og Midtre Fjord. Nash publiserte kun forekomst eller fravær av arter og fant 29 arter totalt for hele området, 23 arter i Indre Oslofjord og 19 arter i Midtre Fjord.

De fleste av artene fra undersøkelsen i 1933-1934 og 1981-1982 går igjen i denne undersøkelsen, og siden Lids undersøkelse i perioden 1963-1967 er så mye mer omfattende skal vi i den videre analysen sammenligne med hans data. I Lids data kvantifiseres forekomstfrekvensen, videre sammenligning vil derfor ha fokus på hvor hyppig hver art er representert med et eller flere individer per tråldrag.

Av de 76 artene i Lids undersøkelse var 18 fraværende i Indre Oslofjord. Han observerte også at de fleste artene forekom hyppigere og i større antall utenfor Drøbakerskelen enn innenfor. Diversiteten var altså betydelig lavere i Indre Oslofjord i Lids undersøkelse. Arter som

pigghå, kloskate og havmus var vanlige på utsiden av terskelen men svært sjeldne i fangstene innenfor (Lid 1967), dette stemmer godt overens med mine resultater og understreker at Indre Oslofjord har en annerledes artssammensetning enn den man finner i Midtre og Ytre Fjord.

Lid (1967) definerte en art med forekomst i 50 % av fangstene eller mer som ”meget vanlig”. Jeg kan derfor benytte meg av hans data til å sammenligne forekomstfrekvensen av flere arter (se Tabell 4.1). I undersøkelsen fra 1963-1967 var 10 arter meget vanlige i Indre Oslofjord, og 12 arter i Midtre Fjord, for min undersøkelse var 6 arter ”meget vanlige” i Indre Oslofjord og 9 arter i Midtre Fjord (Tabell 4.1). Som vi ser av tabellen ble artene torsk, hvitting og gapeflyndre tatt i mer enn 50 % av dragene i begge undersøkelsen i Indre Oslofjord, og ved begge avsnitt av fjorden.

Den lave forekomsten av rødspette og skrubbe (ingen skrubbe ble tatt i Indre Oslofjord) i min undersøkelse kan skyldes at disse artene søker ut på dypet først om vinteren (Lid 1967). Rødspette forekom da også under begge dragene vi hadde i i Indre Oslofjord i vinterhalvåret. Med tanke på det store antall tråldrag i Lids undersøkelse er det bemerkelsesverdig at sølvtorsk i Lids undersøkelse er klassifisert som sparsom (1-10 % av fangstene) i Indre Oslofjord (Lid 1967). Dette kan tyde på at bestanden av sølvtorsk er større og mer utbredt nå enn for 40 år siden.

I Midtre Fjord kan vi se at strømsild og vanlig ålebrosmе og forekom hyppig i 1967, disse artene ble imidlertid ikke tatt ved noen av våre tråldrag.

De endringene vi ser i Indre og Midtre Fjord, fra 1967 til 2006 må sies å være minimale, også med tanke på hvor få tråldrag som ble foretatt i forbindelse med min undersøkelse. Vi har tidligere sett at mange av artene har en svært klumpvis fordeling i Oslofjorden, dette gjør at sannsynligheten for at vi ikke har truffet på flere av artene i Lids undersøkelse er stor.

Tabell 4.1 Oversikt over de arter som forekom i mer enn halvparten av dragene i Indre Oslofjord og Midtre Fjord under Lids undersøkelse (1967), og min (2006) undersøkelse.

	<i>Indre 1967</i>	<i>Indre 2006</i>	<i>Midtre 1967</i>	<i>Midtre 2006</i>
<b>Torsk</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Hvitting</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Gapeflyndre</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Øyepål</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	
<b>Rødspette</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Firetrådet tangbrosme</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	
<b>Skrubbe</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	
<b>Sypike</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	
<b>Strømsild</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	
<b>Lysing</b>	<b>x</b>		<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Smørflyndre</b>			<b>x</b>	<b>x</b>
<b>Sølvorsk</b>		<b>x</b>		
<b>Sild</b>		<b>x</b>		
<b>Vanlig ålebrosme</b>			<b>x</b>	
<b>Sei</b>				<b>x</b>
<b>Kloskate</b>				<b>x</b>
<b>Hyse</b>				<b>x</b>

#### 4.10 Biologiske parametre hos skrubbe

##### Metode

Den opprinnelige planen var å få tilstrekkelig med skrubbe til å danne basis for en sammenligningsundersøkelse av vekst, kondisjon og diett i forbindelse med undersøkelsen av bunnfiskfaunaen i Oslofjordens ulike avsnitt (Indre, Midtre, Ytre). Det viste seg imidlertid å være minimalt med skrubbe i de dypere områdene (til sammen 5 individer) slik at en sammenligningsstudie av biologiske parametre hos skrubbe viste seg og være umulig innenfor rammene av tildelt tid og ressurser.

På bakgrunn av manglende forekomst av skrubbe i tråldragene ble det foretatt en ekstra innsamling av skrubbe ved Killingen i Lysakerfjorden September 2006. Den mest representative fangsten av skrubbe får man om høsten ettersom det er langt fra gytetid og skrubba på denne tiden oppholder seg på grunt vann (Hansen 1979). I likhet med andre arter trekker skrubba ut på dypere vann om vinteren (Pethon 1994), men i Oslofjorden regnes den likevel for å være en gruntvannsart og er relativt stasjonær hele året (Hansen 1979; Wigeland 1979).

Wigeland (1975) påviste at spiseintensiteten hos skrubbe er størst ved soloppgang, ved midnatt og solnedgang. Under min undersøkelse ble garnene derfor plassert over et døgn slik at perioder med antatt høy spiseaktivitet er dekket. At garnet fisket over en lang periode førte imidlertid til at byttedyrene var svært fordøyd før undersøkelsen fant sted.

Man regner med at byttet blir i skrubbens mage i en periode på 3-6 timer (Hempel 1964 etter sitat i Wigeland 1975). Wigeland (1975) utførte en døgnvariasjonsundersøkelse og fant at ved 20.00 var 15 % av magene tomme, mens hele 80 % av magene var tomme kl 23.00, magene tømmes altså raskt hos skrubbe.

## Alder

Forutsetningene for å kunne bruke otolittene til aldersbestemmelse er: (1) et tydelig mønster, og (2) at mønsteret er tidsregelmessig (Williams og Bedford 1974). For skrubbe i Oslofjordområdet dannes en årlig vekstsoner i otolittene når vanntemperaturen øker og spiseaktiviteten er høyest (Hansen 1979). Det finnes en rekke problemer forbundet med aldersbestemming som krever lang erfaring for at resultatet skal bli riktig (Williams og Bedford 1974). Blant annet vil forekomst av falske vekstsoner kunne bidra til overestimering av alder, mens utydlige soner vil kunne medføre underestimering. Hos eldre skrubbe er de ytterste sonene på otolitten som regel meget utydelig (Hansen 1979). Jeg opplevde også at hos eldre skrubbe ble ringene så smale at de vanskelig lot seg skille fra hverandre. Dette medfører at alderen til de eldste skrubbene (6 år) i min undersøkelse kan ha blitt noe underestimert. Hansen (1979) sammenlignet sine otolittavlesninger for eldre skrubbe med avlesninger av interopercula (kjevebein) og fant at alderen trolig var underestimert med 1-3 år for 6- og 7-åringer. For de yngre aldersgruppene var resultatene fra otolitt og interoperculum i stor grad samsvarende (Hansen 1979), dette tyder på at mine aldersestimater for skrubbe 5 år eller yngre er relativt presise.

I denne undersøkelsen utgjorde hunnfisk i underkant av 3/4 av det totale antall fisk. I en undersøkelse i 2004 fant Holth (2004) at hunnskrubbe utgjorde i underkant av 2/3 ved Killingen. Hunnenes dominans kan skyldes garnets selektivitet for noe større skrubber (den minste skrubbe som ble fanget i denne undersøkelsen var 29.5 cm). Av Figur 3.16 fremgår at det er hunner som dominerer i de eldre aldersgruppene. Dette indikerer at hannene har en høyere naturlig dødelighet enn hunnene.

## Vekst

Skrubbas veksthastighet er først og fremst avhengig av næringstilgangen (Hansen 1979; Wigeland 1979). Lengde-vekt forholdet uttrykkes ved funksjonen  $w = al^b$ . Dersom  $b \neq 3$ , har

fisken allometrisk vekst dvs. fisken vil bli enten tykkere eller slankere ved økt lengde. Ved  $b = 3$  vil kroppsfasongen beholdes. I min undersøkelse fant jeg at  $b = 2.80$ . Skrubbene ved Killingen viser altså en allometrisk vekst ved at de blir slankere ved økt lengde.

Alder forklarte 42 % av variasjonen i lengden (Figur 3.20), men lengden varierte mye innenfor hver aldersgruppe. Vekt korrelerte også med alder (Figur 3.21), også her var variasjonen stor og forklaringsgraden liten ( $R^2=0.41$ ). Ved estimering av aldersstrukturen i en skrubbepopulasjon på bakgrunn av lengde-vekt data må man derfor ta forbehold om store feilmarginer og ta betydelig flere prøver enn ved denne undersøkelsen.

### **Diett**

Muslinger (38 %) og børstemark (31 %) var de byttegruppene som forekom hyppigst i skrubbemagene ved Killingen i September 2006 (Figur 3.22). I en tidligere undersøkelse avdekket Wigeland (1975) at det var en viss geografisk variasjon i dietten til skrubbe i Oslofjorden, og at føden også varierte gjennom året. Dette tilskriver han forskjeller i bunnfaunaen ved de forskjellige lokaliteter, samt varierende grad av tilgang på de ulike byttegruppene gjennom året. Wigeland (1975) fant at skrubbens føde i Oslofjorden kan deles inn i fire hoved kategorier: flerbørstemark, muslinger, krepsdyr og fisk, hvor flerbørstemark var den mest dominerende byttegruppen i Indre Oslofjord gjennom hele året.

I likhet med min undersøkelse fant også Wigeland at innslaget av krepsdyr var beskjedent. Selv om de forekom i ganske stort antall i hans undersøkelse (små amfipoder og isopoder) utgjorde de en liten del av den totale biomassen i mageinnholdet. I de tilfellene hvor fisk har forekommet i skrubbemagene i Indre Oslofjord har det utelukkende vært kutlinger av slekten *Pomatoscistus* (Wigeland 1975).

Fordelingen av fyllingsgraden av skrubbemagene (Figur 3.23) viser at de fleste individene har tatt til seg føde, samtidig som graden av fordøyelse (Figur 3.24) gjør at enkelte grupper av byttedyr vanskelig lar seg identifisere (spesielt børstemark). Likevel viser den fullstendige dominans av muslinger og børstemark i føden, samt resultater fra tidligere undersøkelser at disse byttegruppene er de viktigste komponentene i skrubbens føde ved Killingen.



## 5.0 Konklusjoner

Selv om Oslofjordens bunnfiskfauna (65-190 meter) inneholder mange arter (37 i denne undersøkelsen) domineres den av få arter, både i antall og forekomst. De viktigste artene i Oslofjorden er torsk, hvitting, gapeflyndre, hyse og øyepål.

Den største artsrikheten (26 arter) finnes ved Blåkollrenna ved Tisler i Ytre Fjord. Dette gjenspeiler variasjonen i habitater som finnes ved denne lokaliteten. Blåkollrenna hadde også det største individantallet.

Artssammensetningen av bunnfisk er signifikant forskjellige mellom Indre Oslofjord på den ene siden og Midtre og Ytre Fjord på den andre. I tillegg er det en signifikant forskjell i artssammensetning mellom Midtmeie og Gråøyrenna i Indre Oslofjord.

Artsindivid fordelingen opptrer å være noe jevnere i Midtre Fjord enn ved de andre avsnittene, dette skyldes i stor grad mindre dominans av enkeltarter.

Temperaturen hadde en signifikant korrelasjon med det totale individantall per tråldrag.

Det er store skjevheter i kjønnsfordeling hos skrubbe i Indre Oslofjord, hunnene dominerer de eldre aldersgrupper, hannene dominerer de yngre. Dette reflekterer en høyere naturlig dødelighet hos hannfisk.

Hann og hunn skrubbe har det samme vekst forløp med hensyn på lengde-vekt forhold. Estimering av alder på skrubbe basert utelukkende på lengde/vekt, krever store prøver da det er mye variasjon innenfor hver aldersgruppe.

De dominerende byttegruppene i skrubbas føde i Lysakerfjorden er muslinger og børstemark.

## Referanser

Abdullah, M.I. Danielsen, M (1992) Chemical criteria for marine eutrophication with special reference to the Oslofjord, Norway. *Hydrobiologia* 235/236 : 711-722.

Adlerstein, S. Ehrich, S (2002) Effect of deviations from target speed and of time of day on catch rates of some abundant species under North Sea International Bottom Trawl Survey protocol conditions. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 594–603.

Andersen, T. Beyer, F. Føyn, E. (1969) Hydrography of the Oslofjord, Report on The Study Course in Chemical Oceanography arranged in 1969 by ICES with support of UNESCO. In: *Cooperative research report, series A, No. 20*.

Anderson, M.J. Willis, T.J. (2003) Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology*, 84(2): 511 – 525.

Atkinson, C. J. L. M. Bergmann, Kaiser, M.J (2004) Habitat selection in whiting. *Journal of Fish Biology* 64(3): 788-793.

Baalsrud, K. Magnusson, J (2002) *Indre Oslofjord, natur og miljø*. Fagrådet for vann og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord.

Bromley P. J. Watson, T. Hislop, J.R.G (1997) Diel feeding patterns and the development of food webs in pelagic 0-group cod (*Gadus morhua*L.), haddock (*Melanogrammus aeglefinus*L.), whiting (*Merlangius merlangus*L.), saithe (*Pollachius virens*L.), and Norway pout (*Trisopterus esmarkii* Nilsson) in the northern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 54(5): 846-853.

Callaway, R. Alsvag, J. de Boois, I. Cotter, J. Ford, A. Hinz, H. Jennings, S. Kroncke, I. Lancaster, J. Piet, G. Prince, P. Ehrich, S (2002) Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *Ices Journal of Marine Science* 59(6): 1199-1214.

Chibani, M. Ziolkowska, M. Kijewska, A. Rokicki, A (2001) *Pomphorhynchus laevis* parasite of flounder *Platichthys flesus* as a biological indicator of pollution in the Baltic Sea. 81(1): 165-166.

DNV (2002) Overvåkning av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord. Samlerapport 2002. DNV-rapport nr. 2003-0441.

- Elliott, M. Hemingway, K (2002). Fishes in estuaries. Oxford, Blackwell Science.
- Engås, A. Godø, O.R (1989) Escape of Fish under the Fishing Line of a Norwegian Sampling Trawl and Its Influence on Survey Results. *Journal Du Conseil* 45(3): 269-276.
- Fagerli, C.W (2006) Biologien til torsk (*Gadus morhua*) i Oslofjorden med hovedvekt på kondisjon og vekst. Mastergradsavhandling, Universitetet i Oslo Høsten 2006.
- Gade, H.G (1967) Hydrografi. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. Undersøkelsen 1962-1965. Delrapport 2: 1-104, NIVA.
- Gade, H.G (1970) Hydrographic investigations in the Oslofjord, a study of water circulation and Exchange Processes. Report 24. Vol. 1-3. Geophysical Institute, University of Bergen.
- Gjøsæter, J. Danielssen D.S. og Johannessen, T (2001) Torsk på den norske Skagerrakkysten. *Havets Ressurser*:128-131
- Gjøsæter, J. (1997) Fiskeressurser i Oslofjorden, undersøkelser i 1993-1995. *Fisken og Havet* 8, Havforskningsinstituttet.
- Gorman, O. T. Karr, J. R (1978) Habitat Structure and Stream Fish Communities. *Ecology* 59(3): 507-515.
- Gray, J. S. Bjorgesaeter, A. Ugland, K.I (2006) Are there differences in structure between marine and terrestrial assemblages? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330(1): 19-26.
- Hansen, Ø.K (1979) Biologien til skrubba i Oslofjorden, med vekt på vekst og forplantningsforhold. Hovedfagsoppgave i marin zoologi ved univeristetet i Oslo Høsten 1979.
- Hedger, R. McKenzie, E. Heath, M. Wright, P. Scott, B. Gallego, A. Andrews, J (2004) Analysis of the spatial distributions of mature cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) abundance in the North Sea (1980-1999) using generalised additive models. *Fisheries Research* 70(1): 17-25.
- Helland, A. Lindholm, O. Traaen, T. Uriansrud, F. Rygg, B (2003) Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Oslofjorden. Fase 1. Miljøtilstand, kilder og prioriteringer, NIVA.
- Hinz, H. Bergmann, M. Shucksmith, R. Kaiser, M.J. Rogers, S (2006) Habitat association of plaice, sole, and lemon sole in the English Channel. *Ices Journal of Marine Science* 63(5): 912-927.

- Hjellvik, V. Michalsen, K. Aglen, A. Nakken, O (2003) An attempt at estimating the effective fishing height of the bottom trawl using acoustic survey recordings. *Ices Journal of Marine Science* 60(5): 967-979.
- Hjort, J. Dahl, K. (1900) Fishing experiments in Norwegian fjords. *Report on Norwegian fishery and marine investigations*. 1 (1), 1-215.
- Hjort, J. Ruud, J.T (1938) Rekefisket som naturhistorie og samfundssak. *Report on Norwegian fishery and marine investigations*. 5: 1-158.
- Holth, T.F (2004) Effekter av miljøgifter på torsk og skrubbe fra indre Oslofjord. Cand. Scient. Oppgave i toksikologi. Universitetet i Oslo Høsten 2004.
- Hyslop, E.J (1980) Stomach contents analysis- a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17: 411-429.
- Hærkønen, T. (1986) Guide to otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic Hellerup: Danibu ApS. Biological consultants.
- Ingolfsson, A.O. Jørgensen, T (2006) Escapement og gadoid fish beneath a commercial bottom trawl: Relevance to the overall trawl selectivity. *Fisheries Research* 79 303–312
- Jobling, M. (1995) *Environmental Biology of Fishes*, Chapman & Hall.
- Jonsson, G. Palsson, J. Johannsson, M (2001) Ny fisktegunn, flundra, *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758), veidist a Islandsmyndum." *Natturufraedingurinn*. 70(2-3): 83-89.
- Knutsen, H.H. Jorde, P.E. Andre, C. Stenseth, N.C (2003) Fine-scaled geographical population structuring in a highly mobile marine species: the Atlantic cod. *Molecular ecology* 12(2): 385.
- Krebs, C.J (2001) *Ecology*. Blackwell.
- Kristiansen, S. Schaaning, M.T (2002) Denitrification in the water column of an intermittently anoxic fjord. *Hydrobiologia* 469: 77-86
- Lid, G. (1967). Fiskeobservasjoner fra rekefeltene i Oslofjordens indre del. *Fauna, Oslo* 20 (2), 96-106.
- Maes, J. Van Damme, S. Meire, P. Ollevier, F (2004) Statistical modeling of seasonal and environmental influences on the population dynamics of an estuarine fish community. *Marine Biology* 145(5): 1033-1042.

Magnusson, J. Andersen, T. Amundsen, R. Berge, J.A. Bjerkeng, B. Gjørseter, J. Johnsen, T. Lømsland, E.R. Paulsen, Ø. Schøyen, M (2005) Fagrådets overvåkningsprogram for indre Oslofjord - tokt 18.5.2005, NIVA.

Magurran, A.E (1988) Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm.

Marshall, S. Elliott, M (1998) Environmental influences on the fish assemblage of the Humber estuary, UK. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 46(2): 175-184.

Menezes, G.M. Sigler, M.F. Silva, H.M. Pinho, M.R (2006) Structure and zonation of demersal fish assemblages off the Azores Archipelago (mid-Atlantic). *Marine Ecology-Progress Series* 324: 241-260.

May, R.M (1981) Theoretical ecology : principles and applications, 2 utg. Blackwell Scientific Publications.

Nash, R.D.M (1985) The distribution of fish in the Oslofjord and its possible relationship to pollution In: Marine Biology of the Polar Regions and Effects of Stress on Marine Organisms: proceedings of the 18th European Marine Biology Symposium, University of Oslo, Norway, 14-20 August 1983. Marine Biology Symposium 18, John Wiley & Sons Ltd.

Onsrud, M. S. R. Kaartvedt, S. Rostad, A. Klevjer, T.A (2004) Vertical distribution and feeding patterns in fish foraging on the krill, *Meganyctiphanes norvegica*. *Ices Journal Of Marine Science* 61(8): 1278-1290.

Pedersen, J (1999) Diet comparison between pelagic and demersal whiting in the North Sea. *Journal of Fish Biology* 55(5): 1096-1113.

Pethon, P (1994) Aschehougs store fiskebok, 3.utg. Oslo: H. Aschehoug & Co.

Petrakis, G. MacLennan, D.N. Newton, A.W (2001) Day-night and depth effects on catch rates during trawl surveys in the North Sea. *Ices Journal of Marine Science* 58(1): 50-60.

Preston, F. W (1962) Canonical Distribution of Commonness and Rarity .1. *Ecology* 43(2): 185-&.

Raven, P.H. Johnson, G.B (2002) Biology, 6.utg. McGraw-Hill, New York.

Ricker, W. E. (1973) Linear Regressions in Fishery Research. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 30(3): 409-434.

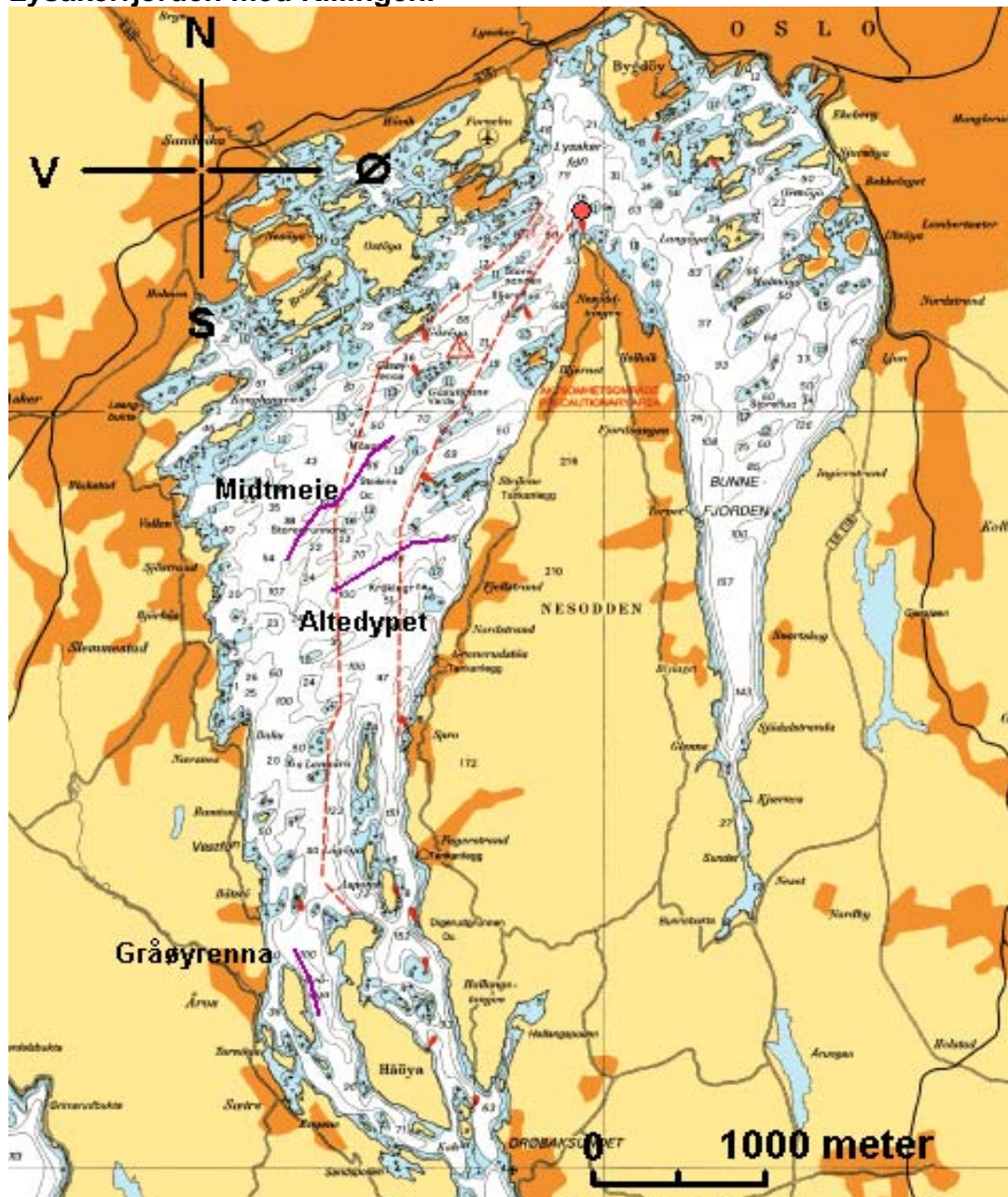
- Røstad, A. Kaartvedt, S. Klevjer, T.A. Melle, W (2006) Fish are attracted to vessels. *Ices Journal of Marine Science* 63(8): 1431-1437.
- Ruud, J.T (1968) Changes since the turn of the century in the fish fauna and the fisheries of the Oslofjord. *Helgolander wiss. Meeresunters* 17: 510-517.
- Scholz, U (1986) Sauerstoffmangelresistenz von Küstenfischen unter dem Einfluss von Parasitenbefall., Universität Kiel.
- Skei, J. (1984) Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden, 1980-83. Konklusjonsrapport, NIVA.
- Somerton, D. Ianelli, J. Walsh, S. Smith, S. Godo, O.R. Ramm, D (1999) Incorporating experimentally derived estimates of survey trawl efficiency into the stock assessment process: A discussion. *IECS Journal of Marine Science* 56: 299-302.
- Stålesen, O. (1963) Fisken på rekefeltene i Oslofjorden. En en undersøkelse av de forandringer som har funnet sted de siste 30 år. Cand.real. thesis, University of Oslo.
- Stigebrandt, A. Magnusson, J (2002) Utredning av konsekvenser for vannutskiftningen i indre Oslofjord ved utvidelsen av skipsleden over Drøbakerskelen. Rapport nr. 4500, NIVA.
- Sundermeyer, M.A. Rothschild, B.J. Robinson, A.R (2005) Using commercial landings data to identify environmental correlates with distributions of fish stocks. *Fisheries Oceanography* 14(1): 47-63.
- Thiel, R. Sepulveda, A. Kafemann, R. Nellen, W (1995) Environmental factors as forces structuring the fish community of the Elbe Estuary. *Journal of Fish Biology* 46(1): 47-69.
- Tosunoglu, Z. Ozbilgin, Y.D. Ozbilgin, H (2003) Body shape and trawl cod end selectivity for nine commercial fish species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83(6): 1309-1313.
- Walsh, SJ (1991) Diel variation in availability and vulnerability of fish to a survey trawl. *Journal of Applied ichthyology* 7: 147-159
- Wigeland, T.J (1975) Ernæringsforhold hos skrubbe, *Platichthys flesus* (L.), på utvalgte lokaliteter i Oslofjorden. Institutt for Marinbiologi og Limnologi. Cand.scient. Thesis, Universitetet i Oslo.
- Williams T og Bedford BC (1974) The use of otoliths for ageing of fish. Unwin Brothers Limited.

Wootton, R. J (1992) Fish Ecology. Blackie, Glasgow and London.

Zheng, X., G. J. Pierce, Reid, D.G. Jolliff, I.T (2002) Does the North Atlantic current affect spatial distribution of whiting? Testing environmental hypotheses using statistical and GIS techniques." *Ices Journal of Marine Science* 59(2): 239-253.

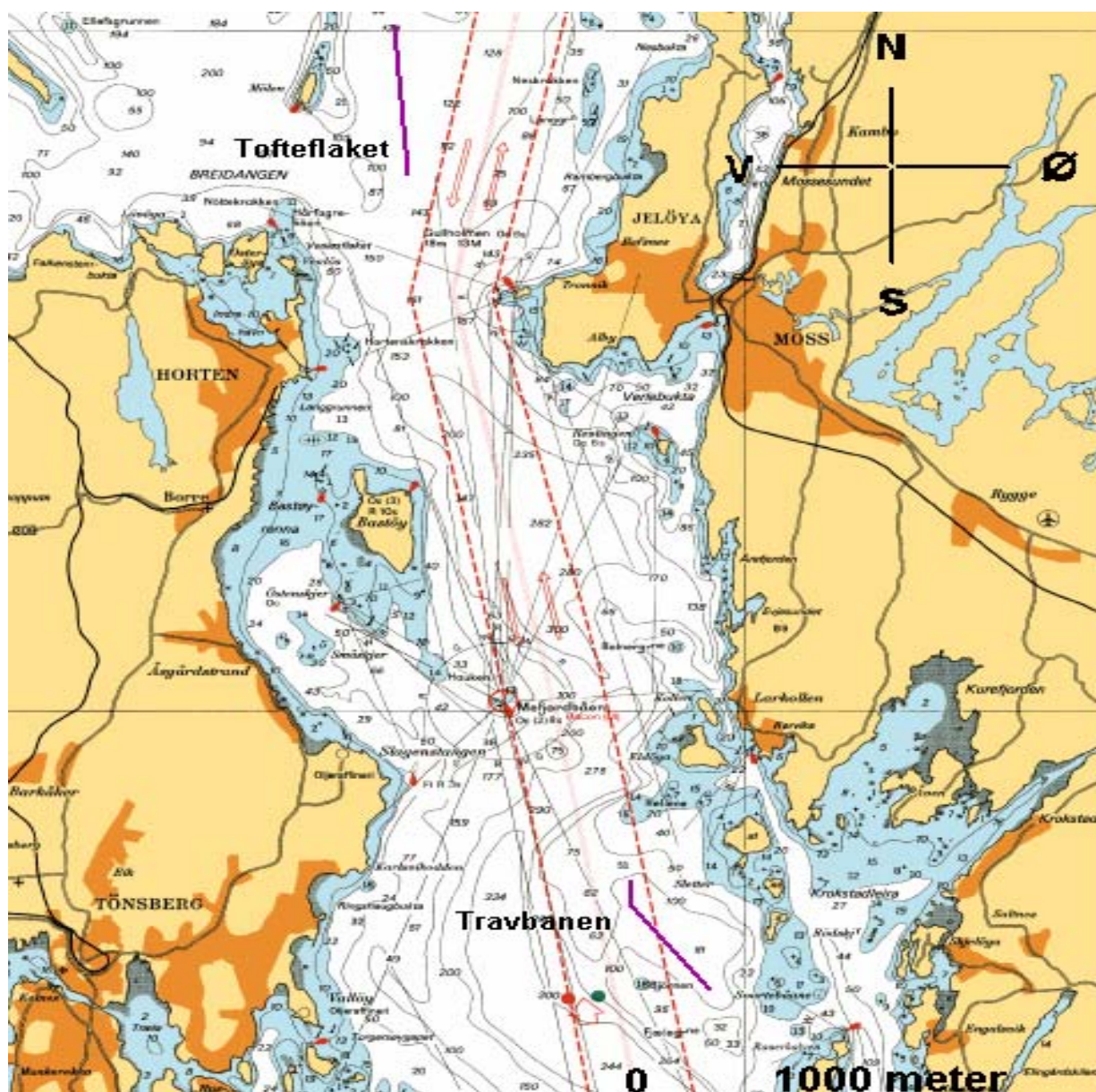
## Vedlegg

### Vedlegg 1 - Detaljkart over Indre Oslofjord, Midtre og Ytre Fjord samt Lysakerfjorden med Killingen.

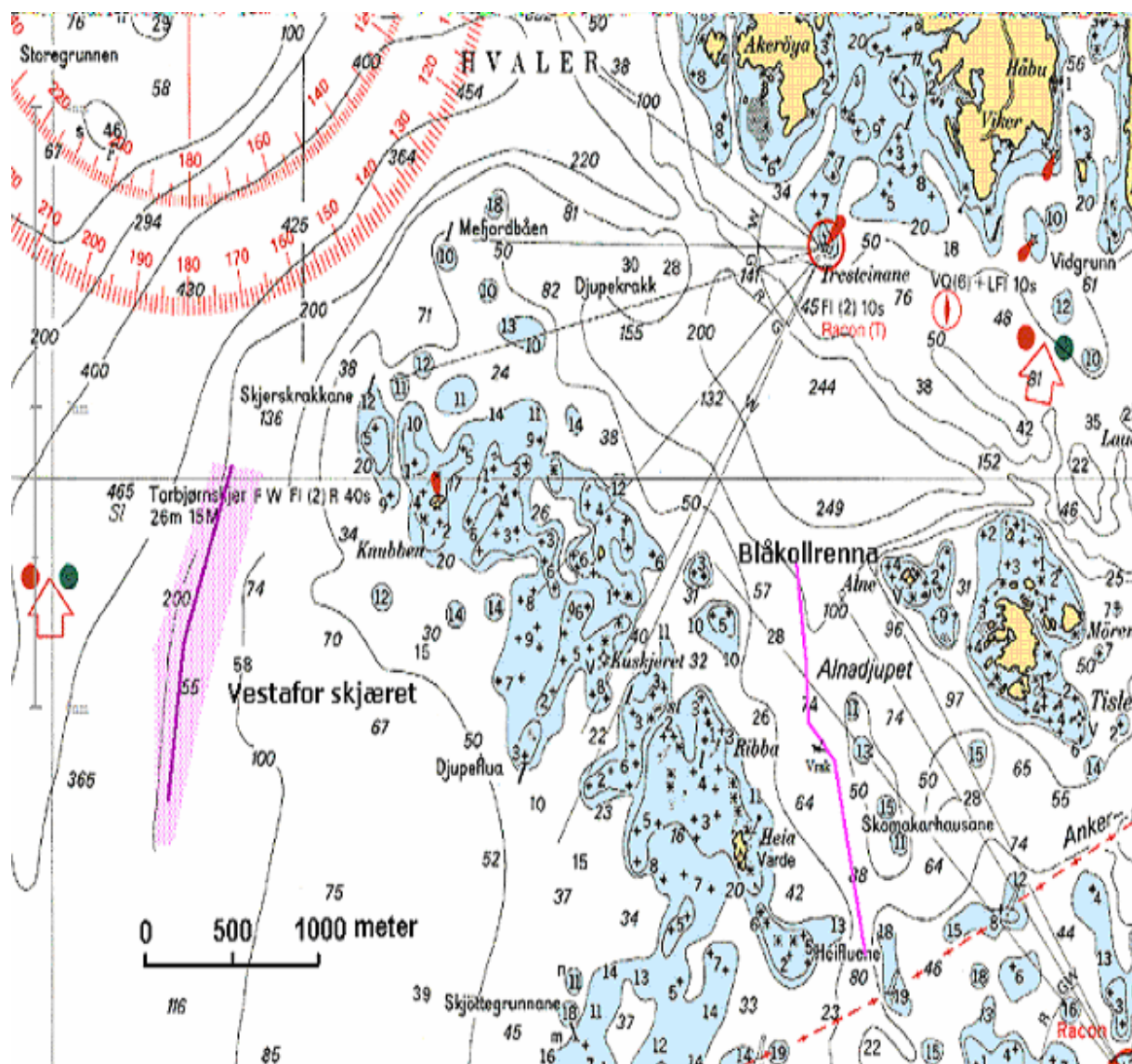


Kart over Indre Oslofjord med trålstasjonene Midtmeie og Gråøyrenna (Altedypet ikke benyttet i denne undersøkelsen). Rosa linjer markerer posisjon for tråltrekk.



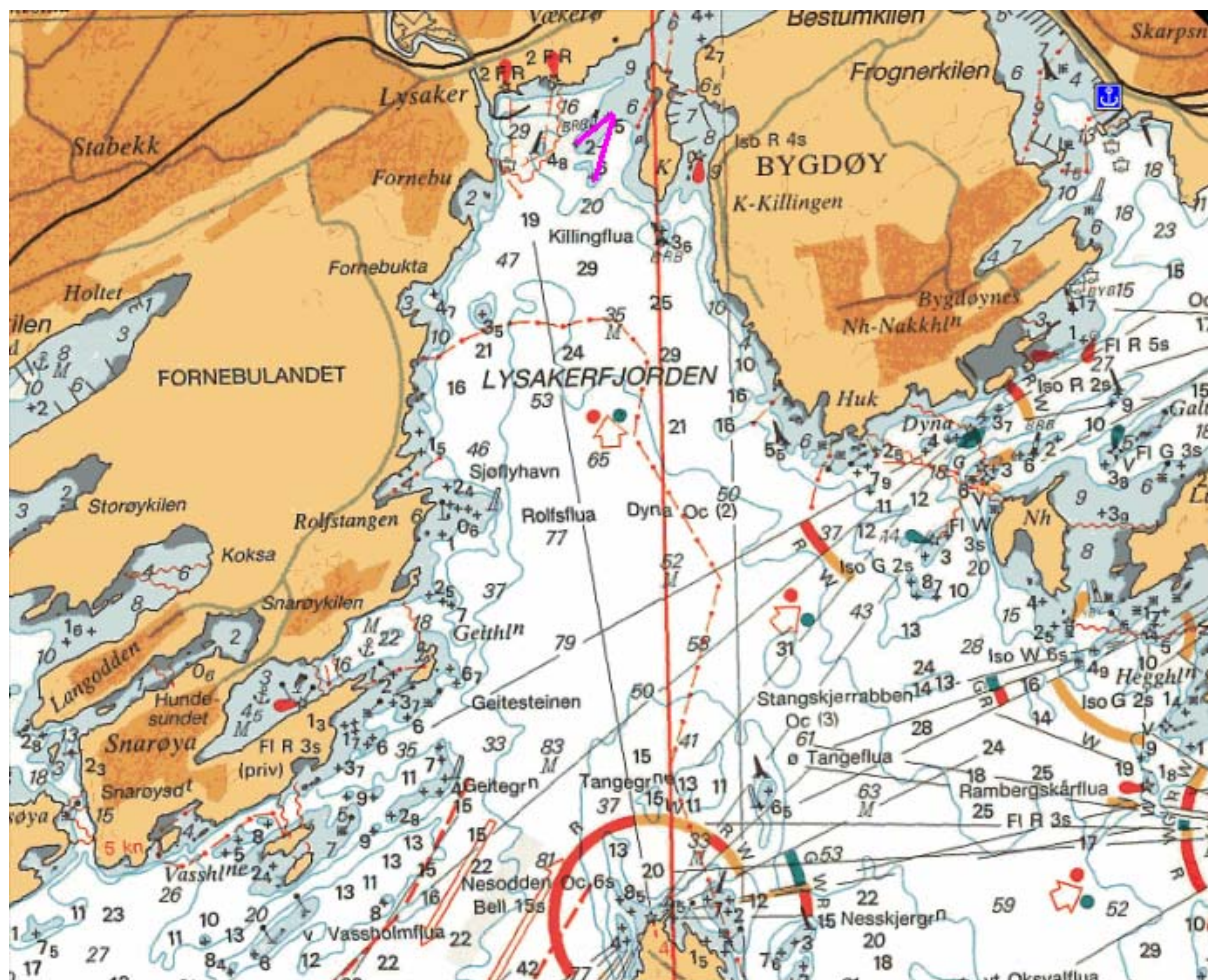


Kart over Midtre Fjord med trålstasjonene Toftflaket og Travbanen.



Ytre Fjord ved Torbjørnshjørn med trålstasjonene Vestaforskjæret og Blåkollrenna.





Lysakerfjorden med Killingen, rosa linjer markerer posisjon for plassering av skrubbegarn.

**Vedlegg 2: Tråldragenes koordinater og dybde**

Drag	Dybde (m)	Koordinater ved start	Koordinater ved slutt
Midtmeie	80-100	59°49.38-N 10°33.95-Ø	59°32.06-N 10°32.06-Ø
Gråøyrenna	80-115	59°42.87-N 10°32.06-Ø	59°42.00-N 10°32.68-Ø
Tofteflaket	120-140	59°28.68-N 10°32.29-Ø	59°27.46-N 10°32.65-Ø
Travbanen	75-90	59°27.48-N 10°32.39-Ø	59°29.88-N 10°31.73-Ø
Blåkollrenna	65-100	58°58.97-N 10°43.49-Ø	58°57.01-N 10°54.51-Ø
Vestaforskjæret	165-190	58°58.04-N 10°43.13-Ø	58°59.82-N 10°43.44-Ø

**Vedlegg 3: Hydrografi**

Lokalitet	Dato	Saltholdighet (Psu)	Temperatur (C°)	Årstid
Midtmeie	15.03.2005	33.6	6.6	Vinter
Midtmeie	09.06.2005	33.3	6.8	Sommer
Midtmeie	16.08.2005	33	6.9	Sommer
Gråøyrenna	15.03.2005	33.4	6.7	Vinter
Gråøyrenna	16.08.2005	33	6.9	Sommer
Tofteflaket	22.10.2004	34.7	7.2	Sommer
Tofteflaket	15.03.2005	34.8	7	Vinter
Tofteflaket	17.03.2005	34.8	7	Vinter
Tofteflaket	16.08.2005	34.8	6.6	Sommer
Travbanen	17.03.2005	34.8	6.9	Vinter
Travbanen	17.08.2005	34.7	6.7	Sommer
Blåkollrenna	20.10.2004	35.1	8.5	Sommer
Blåkollrenna	16.03.2005	34.8	6.8	Vinter
Blåkollrenna	17.08.2005	34.4	7.7	Sommer
Vestafor	21.10.2004	35.2	7.2	Vinter
Vestafor	16.03.2005	35.1	7	Vinter

**Vedlegg 4: Totalfangst samfunnsundersøkelse**

<b>Midtmeie</b>	15/03/2005	28/04/2005	9/06/2005	30/09/2005	5/05/2006	19/05/2006	19/05/2006	
<b>Art</b>								<b>Totalt</b>
Brisling	1	1	1	0	0	0	1	4
Gapeflyndre	20	0	32	40	5	4	2	103
Hvitting	3	113	19	250	45	28	26	484
Hyse	4	2	0	2	0	0	0	8
Laksesild	0	0	0	0	2	2	0	4
Lyr	0	0	0	5	0	1	1	7
Lysing	0	0	17	1	2	0	0	20
Rødspette	3	0	0	1	0	0	0	4
Sei	0	0	5	5	1	0	0	11
Sild	0	3	3	14	1	5	2	28
Smørflyndre	1	0	0	0	1	0	0	2
Sypike	0	0	0	0	0	6	1	7
Sølvorsk	0	31	3	0	9	0	3	46
Torsk	15	76	56	0	0	4	0	151
Tretrådet tangbrosme	0	0	0	0	1	0	0	1
Firetrådet tangbrosme	4	0	0	2	0	1	0	7
Øyepål	0	74	19	16	0	21	6	136
Totalt	51	300	155	336	67	72	42	1023

<b>Gråøyrenna</b>	15/03/2005	9/06/2005	16/08/2005	18/05/2006	
<b>Art</b>					<b>Totalt</b>
Gapeflyndre	4	7	10	0	21
Hvitting	3	5	9	0	17
Hyse	0	0	0	1	1
Kloskate	1	0	0	0	1
Lysing	0	2	0	0	2
Rødspette	1	1	0	0	2
Sandflyndre	0	0	1	0	1
Sei	0	1	2	0	3
Sølvorsk	0	2	0	2	4
Torsk	7	35	24	1	67
Firetrådet tangbrosme	0	0	2	0	2
Øyepål	0	6	0	0	6
Totalt	16	59	48	4	127

<b>Tofteflaket</b>							
	22/10/2004	9/12/2004	15/03/2005	17/03/2005	16/08/2005	29/09/2005	
<u>Art</u>							Totalt
Brisling	0	2	0	0	0	0	2
Gapeflyndre	0	20	4	17	15	11	67
Havmus	0	0	1	0	0	0	1
Hvitting	0	17	4	0	16	52	89
Hyse	14	11	1	10	5	0	41
Kloskate	3	0	11	4	0	36	54
Kolmule	2	0	0	0	0	0	2
Lyr	0	0	0	0	5	0	5
Lysing	0	0	47	8	9	0	64
Mulle	0	0	0	1	0	0	1
Rødspette	1	1	2	4	1	1	10
Sei	5	7	0	6	9	0	27
Sild	0	0	0	1	2	0	3
Smørflyndre	0	1	1	0	0	0	2
Sypike	0	0	0	0	0	1	1
Torsk	8	8	3	5	11	33	68
Firetrådet tangbrosme	0	0	0	0	0	2	2
Ål	0	1	0	0	0	0	1
Totalt	33	68	74	56	73	136	440

<b>Travbanen</b>				
	9/12/2004	17/03/2005	17/08/2005	
<u>Art</u>				Totalt
Gapeflyndre	18	15	0	33
Hvitting	8	40	1	49
Hyse	25	10	6	41
Knurr	4	0	0	4
Kloskate	0	4	3	7
Lysing	2	90	2	94
Pigghå	1	0	0	1
Rødspette	1	1	0	2
Sandflyndre	0	1	0	1
Sandkutling	1	0	0	1
Sei	0	8	12	20
Sild	0	0	3	3
Skrubbe	0	0	3	3
Slimål	0	0	1	1
Smørflyndre	2	8	5	15
Taggmakrell	1	0	0	1
Torsk	10	11	23	44

Tunge	3	0	0	3
Øyepål	47	0	0	47
Ål	3	0	0	3
Totalt	126	188	59	373

<b>Blåkollrenna</b>	20/10/2004	8/12/2004	16/03/2005	17/08/2005	
<u>Art</u>					Totalt
Brisling	1	1	9	0	11
Gapeflyndre	254	158	39	65	516
Hvitting	563	285	178	60	1086
Hyse	251	129	35	0	415
Kloskate	0	1	0	0	1
Langhalet langebarn	8	3	0	0	11
Lysing	0	54	0	4	58
Pigghå	0	1	0	0	1
Piggulke	2	0	0	0	2
Rødspette	6	5	2	3	16
Sandflyndre	0	1	0	0	1
Sandkutling	20	4	0	0	24
Sei	2	0	0	0	2
Sild	0	7	0	14	21
Skrubbe	0	0	1	0	1
Slettvar	0	1	0	0	1
Smørflyndre	0	0	2	0	2
Tangsprell	0	0	84	0	84
Torsk	17	14	7	9	47
Tunge	1	0	0	0	1
Tretrådet tangbrosme	0	1	1	0	2
Firetrådet tangbrosme	2	0	0	0	2
Ulke	2	0	1	0	3
Øyepål	0	189	0	0	189
Fløyfisk	0	3	0	0	3
Totalt	1129	857	359	155	2500

<b>Vestafor</b>					
	21/10/2004	8/12/2004	16/03/2005	17/08/2005	
<b>Art</b>					Totalt
Gapeflyndre	0	21	1	1	23
Havmus	0	9	0	0	9
Hvitting	0	10	10	0	20
Hyse	3	18	3	1	25
Knurr	0	0	3	0	3
Kloskate	2	2	0	0	4
Kolmule	0	0	0	350	350
Lomre	1	0	1	0	2
Lysing	0	55	13	0	68
Pigghå	0	9	0	0	9
Rødspette	1	0	2	1	4
Sei	0	0	0	2	2
Skrubbe	0	0	1	0	1
Smørflyndre	0	0	1	5	6
Torsk	6	13	4	5	28
Tretrådet tangbrosme	0	1	0	0	1
Firetrådet tangbrosme	0	0	1	0	1
Øyepål	0	446	0	1	447
Totalt	13	584	40	366	1003

### Vedlegg 5: C<sub>30</sub> fangst samfunnsundersøkelse

<b>Midtmeie</b>								
	15/3/05	28/4/05	9/6/05	30/9/05	5/5/06	19/5/06	19/5/06	
<b>Art</b>								Totalt
Brisling	0.6	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.5
Gapeflyndre	12.5	0.0	32.0	15.0	3.0	1.5	1.7	65.7
Hvitting	1.9	113.0	19.0	93.8	27.0	10.5	22.3	287.4
Hyse	2.5	2.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	5.3
Laksesild	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.8	0.0	2.0
Lyr	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.4	0.9	3.1
Lysing	0.0	0.0	17.0	0.4	1.2	0.0	0.0	18.6
Rødspette	1.9	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	2.3
Sei	0.0	0.0	5.0	1.9	0.6	0.0	0.0	7.5
Sild	0.0	3.0	3.0	5.3	0.6	1.9	1.7	15.4
Smørflyndre	0.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	1.2
Sypike	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.9	3.1
Sølvorsk	0.0	31.0	3.0	0.0	5.4	0.0	2.6	42.0



<b>Torsk</b>	9.4	76.0	56.0	0.0	0.0	1.5	0.0	142.9
<b>Tretrådet tangbrosme</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.6
<b>Firetrådet tangbrosme</b>	2.5	0.0	0.0	0.8	0.0	0.4	0.0	3.6
<b>Øyepål</b>	0.0	74.0	19.0	6.0	0.0	7.9	5.1	112.0
<b>Totalt</b>	31.9	300.0	155.0	126.0	40.2	27.0	36.0	716.1

<b>Gråøyrenna</b>	<i>15/03/2005</i>	<i>9/06/2005</i>	<i>16/08/2005</i>	<i>18/05/2006</i>	
<b>Art</b>					
<b>Gapeflyndre</b>	4.0	6.6	11.1	0.0	21.7
<b>Hvitting</b>	3.0	4.7	10.0	0.0	17.7
<b>Hyse</b>	0.0	0.0	0.0	0.7	0.7
<b>Kloskate</b>	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0
<b>Lysing</b>	0.0	1.9	0.0	0.0	1.9
<b>Rødspette</b>	1.0	0.9	0.0	0.0	1.9
<b>Sandflyndre</b>	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1
<b>Sei</b>	0.0	0.9	2.2	0.0	3.2
<b>Sølvorsk</b>	0.0	1.9	0.0	1.3	3.2
<b>Torsk</b>	7.0	33.1	26.7	0.7	67.5
<b>Firetrådet tangbrosme</b>	0.0	0.0	2.2	0.0	2.2
<b>Øyepål</b>	0.0	5.7	6.7	0.0	12.3
<b>Totalt</b>	16.0	55.9	60.0	2.7	134.5

<b>Tofteflaket</b>	<i>22/10/2004</i>	<i>9/12/2004</i>	<i>15/03/2005</i>	<i>17/03/2005</i>	<i>16/08/2005</i>	<i>29/09/2005</i>	
<b>Art</b>							<b>Totalt</b>
<b>Brisling</b>	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
<b>Gapeflyndre</b>	0.0	7.1	2.4	11.3	10.7	5.4	36.9
<b>Havmus</b>	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	1.0
<b>Hvitting</b>	0.0	6.0	2.4	0.0	11.4	25.7	45.5
<b>Hyse</b>	4.9	3.9	0.6	6.7	3.6	0.0	19.7
<b>Kloskate</b>	1.1	0.0	6.5	2.7	0.0	17.8	28.0
<b>Kolmule</b>	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
<b>Lyr</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	3.6
<b>Lysing</b>	0.0	0.0	27.6	5.3	6.4	0.0	39.4
<b>Mulle</b>	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
<b>Rødspette</b>	0.4	0.4	1.2	2.7	0.7	0.5	5.8
<b>Sei</b>	1.8	2.5	0.0	4.0	6.4	0.0	14.7
<b>Sild</b>	0.0	0.0	0.0	0.7	1.4	0.0	2.1
<b>Smørflyndre</b>	0.0	0.4	0.6	0.0	0.0	0.0	0.9

<b>Sypike</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.0
<b>Torsk</b>	2.8	2.8	1.8	3.3	7.9	16.3	34.9
<b>Firetrådet tangbrosme</b>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0
<b>Ål</b>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
<b>Totalt</b>	11.6	24.0	43.5	37.4	52.1	67.3	236.0

<b>Travbanen</b>				
	9/12/2004	17/03/2005	17/08/2005	
<b>Art</b>				Totalt
<b>Gapeflyndre</b>	18.0	9.0	0.0	27.0
<b>Hvitting</b>	8.0	24.0	0.8	32.8
<b>Hyse</b>	25.0	6.0	4.6	35.6
<b>Knurr</b>	4.0	0.0	0.0	4.0
<b>Kloskate</b>	0.0	2.4	2.3	4.7
<b>Lysing</b>	2.0	54.0	1.5	57.5
<b>Pigghå</b>	1.0	0.0	0.0	1.0
<b>Rødspette</b>	1.0	0.6	0.0	1.6
<b>Sandflyndre</b>	0.0	0.6	0.0	0.6
<b>Sandkutling</b>	1.0	0.0	0.0	1.0
<b>Sei</b>	0.0	4.8	9.2	14.0
<b>Sild</b>	0.0	0.0	2.3	2.3
<b>Skrubbe</b>	0.0	0.0	2.3	2.3
<b>Slimål</b>	0.0	0.0	0.8	0.8
<b>Smørflyndre</b>	2.0	4.8	3.8	10.6
<b>Taggmakrell</b>	1.0	0.0	0.0	1.0
<b>Torsk</b>	10.0	6.6	17.7	34.3
<b>Tunge</b>	3.0	0.0	0.0	3.0
<b>Øyepål</b>	47.0	0.0	0.0	47.0
<b>Ål</b>	3.0	0.0	0.0	3.0
<b>Sum individer</b>	126.0	112.8	45.4	284.2

<b>Blåkollrenna</b>					
	20/10/2004	8/12/2004	16/03/2005	17/08/2005	
<b>Art</b>					Totalt
<b>Brisling</b>	0.4	0.4	6.3	0.0	7.1
<b>Gapeflyndre</b>	112.0	64.9	27.2	61.0	265.1
<b>Hvitting</b>	248.3	117.1	124.2	56.3	545.9
<b>Hyse</b>	110.7	53.0	24.4	0.0	188.1
<b>Kloskate</b>	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
<b>Langhalet langebarn</b>	3.5	1.2	0.0	0.0	4.8

Lysing	0.0	22.2	0.0	3.8	25.9
Pigghå	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
Piggulke	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Rødspette	2.6	2.1	1.4	2.8	8.9
Sandflyndre	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
Sandkutling	8.8	1.6	0.0	0.0	10.5
Sei	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Sild	0.0	2.9	0.0	13.1	16.0
Skrubbe	0.0	0.0	0.7	0.0	0.7
Slettvar	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
Smørflyndre	0.0	0.0	1.4	0.0	1.4
Tangsprell	0.0	0.0	58.6	0.0	58.6
Torsk	7.5	5.8	4.9	8.4	26.6
Tunge	0.4	0.0	0.0	0.0	0.4
Tretrådet tangbrosme	0.0	0.4	0.7	0.0	1.1
Firetrådet tangbrosme	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9
Ulke	0.9	0.0	0.7	0.0	1.6
Øyepål	0.0	77.7	0.0	0.0	77.7
Fløyfisk	0.0	1.2	0.0	0.0	3.0
Totalt	497.9	352.2	250.6	145.4	1246.1

<b>Vestafor</b>	<i>21/10/2004</i>	<i>8/12/2004</i>	<i>16/03/2005</i>	<i>17/08/2005</i>	
<u>Art</u>					Totalt
Gapeflyndre	0.0	10.0	0.6	0.9	11.5
Havmus	0.0	4.3	0.0	0.0	4.3
Hvitting	0.0	4.8	6.0	0.0	10.8
Hyse	1.6	8.6	1.8	0.9	12.8
Knurr	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8
Kloskate	1.0	1.0	0.0	0.0	2.0
Kolmule	0.0	0.0	0.0	308.7	308.7
Lomre	0.5	0.0	0.6	0.0	1.1
Lysing	0.0	26.2	7.8	0.0	34.0
Pigghå	0.0	4.3	0.0	0.0	4.3
Rødspette	0.5	0.0	1.2	0.9	2.6
Sei	0.0	0.0	0.0	1.8	1.8
Skrubbe	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
Smørflyndre	0.0	0.0	0.6	4.4	5.0
Torsk	3.1	6.2	2.4	4.4	16.1
Tretrådet tangbrosme	0.0	0.5	0.0	0.0	0.5

<b>Firetrådet tangbrosme</b>	0.0	0.0	0.6	0.0	0.6
<b>Øyepål</b>	0.0	212.3	0.0	0.9	213.2
<b>Totalt</b>	<b>6.7</b>	<b>278.0</b>	<b>24.0</b>	<b>322.8</b>	<b>631.5</b>

### Vedlegg 6: Totalfangst skrubbe

Individ	Dato	Sted	Lengde (cm)	Vekt (g)	Alder (år)	Kjønn	Ford.G	Fyll.G	*Mageinnhold
1	13.09.2006	Killingen	37.5	619	na	Hun	5	1	
2	13.09.2006	Killingen	36.5	427	4	Hun	5	3	
3	13.09.2006	Killingen	38.00	568	4	Hun	3	3	2
4	13.09.2006	Killingen	37.00	568	4	Hun	3	2	1
6	13.09.2006	Killingen	38.00	637	4	Hun	3	3	2
7	13.09.2006	Killingen	36.00	619	6	Hun	5	3	
8	13.09.2006	Killingen	34.00	439	4	Hun	5	3	
11	13.09.2006	Killingen	38.00	662	2	Hun	4	3	3,6
12	13.09.2006	Killingen	32.00	380	2	Hun	5	3	
13	13.09.2006	Killingen	37.00	593	5	Hun	5	2	
14	13.09.2006	Killingen	37.00	670	5	Hun	3	4	1,2
15	13.09.2006	Killingen	37.5	682	4	Hun	3	2	4
17	13.09.2006	Killingen	35.5	565	4	Hun	3	4	2
19	13.09.2006	Killingen	37.50	618	4	Hun	3	4	2
21	13.09.2006	Killingen	38.00	497	6	Hun	5	1	
24	13.09.2006	Killingen	38.00	675	6	Hun	4	4	1
25	13.09.2006	Killingen	40.00	723	6	Hun	5	1	
27	13.09.2006	Killingen	34.50	433	1	Hun	5	2	
28	13.09.2006	Killingen	35.00	460	4	Hun	3	5	2
29	13.09.2006	Killingen	34.50	515	4	Hun	5	2	
31	13.09.2006	Killingen	33.50	453	3	Hun	5	2	
33	13.09.2006	Killingen	33.50	489	5	Hun	4	3	1
35	13.09.2006	Killingen	35.00	374	4	Hun	4	2	2
36	13.09.2006	Killingen	36.50	540	4	Hun	3	3	1,6
37	13.09.2006	Killingen	30.50	440	3	Hun	2	5	1,2,6
38	13.09.2006	Killingen	34.50	509	4	Hun	4	5	1
39	13.09.2006	Killingen	37.00	584	5	Hun	5	2	
40	13.09.2006	Killingen	37.00	714	6	Hun	4	2	2
41	13.09.2006	Killingen	36.00	471	4	Hun	4	3	1.2
43	13.09.2006	Killingen	35.50	557	3	Hun	5	2	
5	13.09.2006	Killingen	31.00	313	2	Han	3	3	2
9	13.09.2006	Killingen	35.5	490	2	Han	4	4	6
10	13.09.2006	Killingen	34.00	486	3	Han	3	3	1.4

16	13.09.2006	Killingen	30.50	349	3	Han	3	2	2
18	13.09.2006	Killingen	36.00	520	4	Han	4	3	1
20	13.09.2006	Killingen	31.50	247	2	Han	5	1	
22	13.09.2006	Killingen	32.00	342	3	Han	4	4	1,2,5
23	13.09.2006	Killingen	32.00	452	2	Han	5	3	
26	13.09.2006	Killingen	33.00	374	3	Han	4	5	1,2,5
30	13.09.2006	Killingen	31.50	390	2	Han	4	2	2
32	13.09.2006	Killingen	34.00	501	2	Han	4	3	2
34	13.09.2006	Killingen	30.50	353	3	Han	5	4	
42	13.09.2006	Killingen	29.50	319	2	Han	5	2	
*1=Børstemark									
2=Musling									
3=Krepsdyr									
4=Pigghud									
5=Fisk									
6=Alger									
Tom rute =Ukjent innhold									

**Vedlegg 7: Standardisert (C<sub>30</sub>) andel av artsindivider ved alle lokaliteter. Rangert etter andel av totalfangst ved hver stasjon.**

**Midtmeie**

Art	Frekvens %
Hvitting	40.14
Torsk	19.95
Øyepål	15.64
Gapeflyndre	9.18
Sølvorsk	5.86
Lysing	2.59
Sild	2.16
Sei	1.04
Hyse	0.73
Firetrådet tangbrosme	0.51
Brisling	0.49
Lyr	0.43
Sypike	0.43
Rødspette	0.31
Laksessild	0.27
Smørflyndre	0.17
Tretrådet tangbrosme	0.08

**Gråøyrenna**

Art	Frekvens %
Torsk	50.16
Gapeflyndre	16.16
Hvitting	13.18
Øyepål	9.18
Sølvorsk	2.40
Sei	2.36
Firetrådet tangbrosme	1.65
Rødspette	1.45
Lysing	1.41
Sandflyndre	0.83
Kloskate	0.74
Hyse	0.50

**Toftflaket**

Art	Frekvens %
Hvitting	18.98
Lysing	16.43
Gapeflyndre	15.39
Torsk	14.57
Kloskate	11.68
Hyse	8.19
Sei	6.11
Rødspette	2.40
Lyr	1.49
Sild	0.87
Brisling	0.83
Firetrådet tangbrosme	0.83
Havmus	0.42
Sypike	0.42
Ål	0.42
Smørflyndre	0.39
Kolmule	0.29
Mulle	0.28

**Travbanen**

Art	Frekvens %
Lysing	19.18
Øyepål	15.67
Hyse	11.87
Torsk	11.43
Hvitting	10.92
Gapeflyndre	9.00
Sei	4.68
Smørflyndre	3.55
Kloskate	1.57
Knurr	1.33
Tunge	1.00
Ål	1.00
Sild	0.77
Skrubbe	0.77
Rødspette	0.53
Pigghå	0.33
Sandkutling	0.33
Taggmakrell	0.33
Slimål	0.26
Sandflyndre	0.20

**Blåkollrenna**

Art	Frekvens %
Hvitting	43.75
Gapeflyndre	21.25
Hyse	15.08
Øyepål*	6.23
Tangsprell	4.70
Torsk	2.13
Lysing	2.08
Sild	1.28
Sandkutling	0.84
Rødspette	0.71
Brisling	0.57
Langhalet langebarn	0.38
Fløyfisk	0.24
Ulke	0.13
Smørflyndre	0.11
Tretrådet tangbrosme	0.09
Piggulke	0.07
Sei	0.07
Firetrådet tangbrosme	0.07
Skrubbe	0.06
Tunge	0.04
Kloskate	0.03
Pigghå	0.03
Sandflyndre	0.03
Slettvar	0.03

**Vestafor**

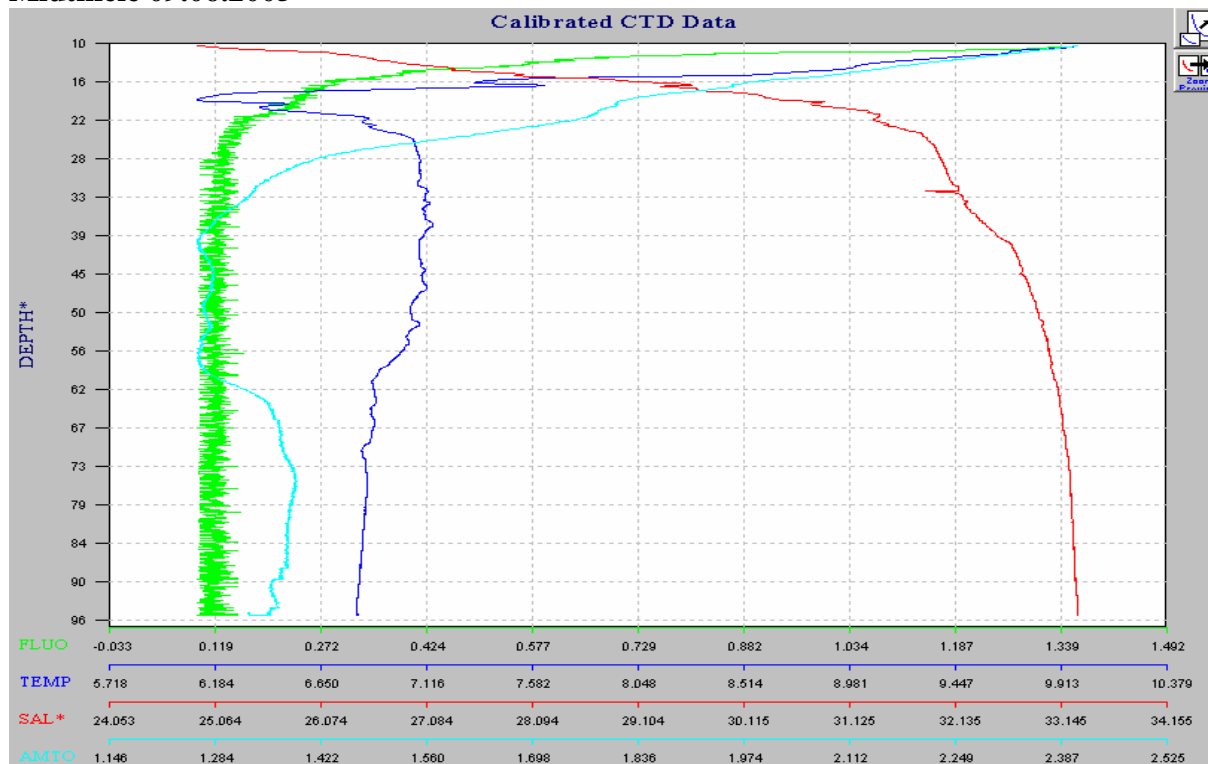
Art	Frekvens %
Kolmule	48.88
Øyepål	33.76
Lysing	5.38
Torsk	2.55
Hyse	2.03
Gapeflyndre	1.82
Hvitting	1.70
Smørflyndre	0.79
Havmus	0.68
Pigghå	0.68
Rødspette	0.41
Kloskate	0.31
Knurr	0.29
Sei	0.28
Lomre	0.18
Skrubbe	0.10
Firetrådet tangbrosme	0.10
Tretrådet tangbrosme	0.08

**Vedlegg 8: Resultater diversitetsindekser**

<b><u>Stasjon</u></b>	<i>Shannon</i>	<i>Eveness</i>	<i>Berger-Parker</i>
<b>Midtmeie</b>	0.749	0.608	0.473
<b>Gråøyrenna</b>	0.676	0.626	0.528
<b>Tofteflaket</b>	0.935	0.745	0.202
<b>Travbanen</b>	0.98	0.753	0.252
<b>Blåkollrenna</b>	0.732	0.524	0.434
<b>Vestafor</b>	0.647	0.515	0.446

## Vedlegg 9: Hydrografiske profiler ved alle stasjoner

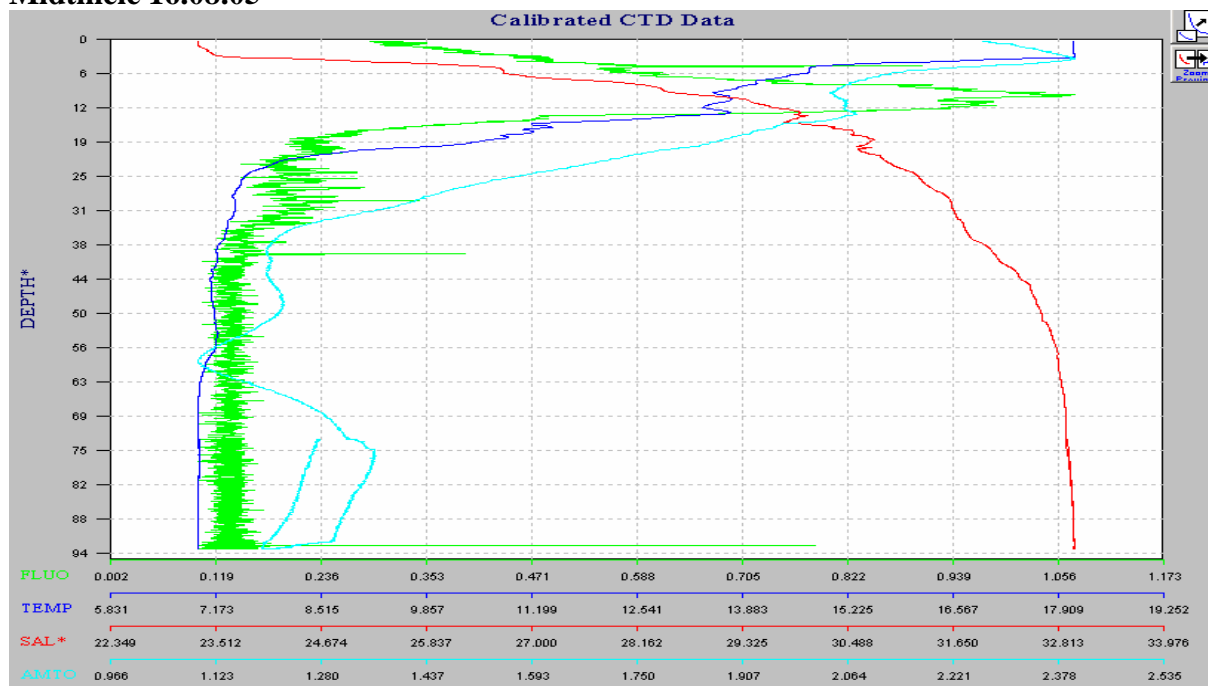
Midtmeie 09.06.2005



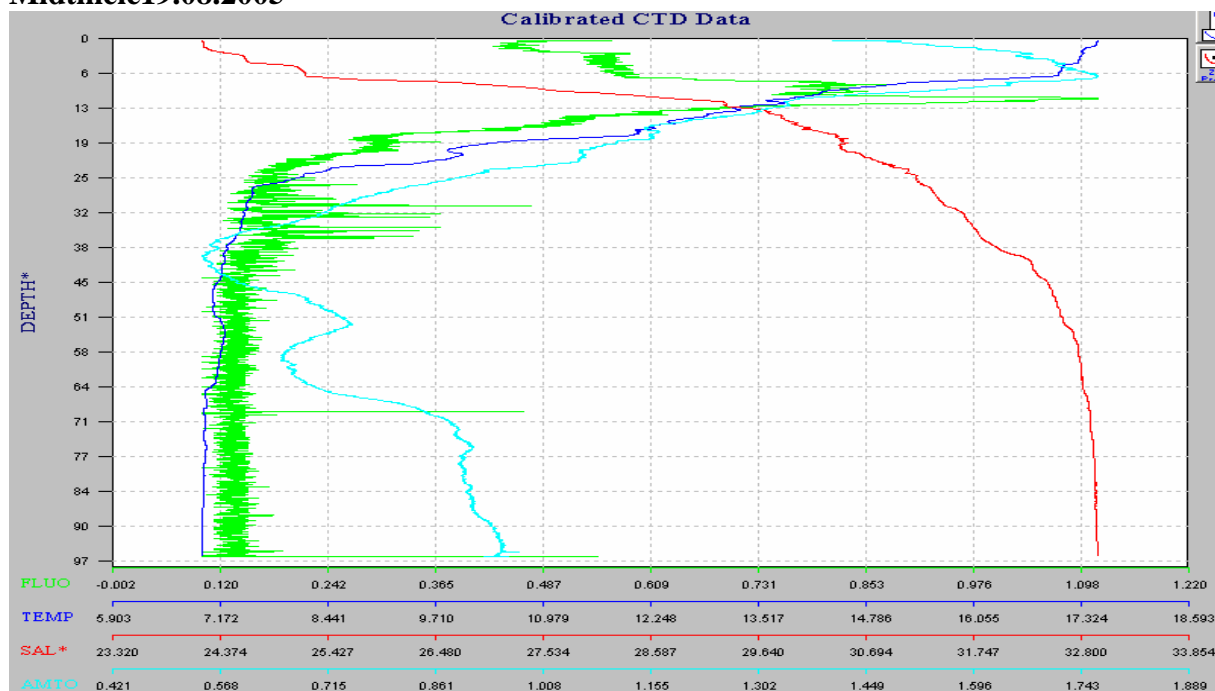
Dybde på Y-aksen. Temperatur i blått og saltholdighet i rødt på X-aksen. De to andre fargene representerer henholdsvis fluoresens og oksygen men ble ikke benyttet i denne undersøkelsen.



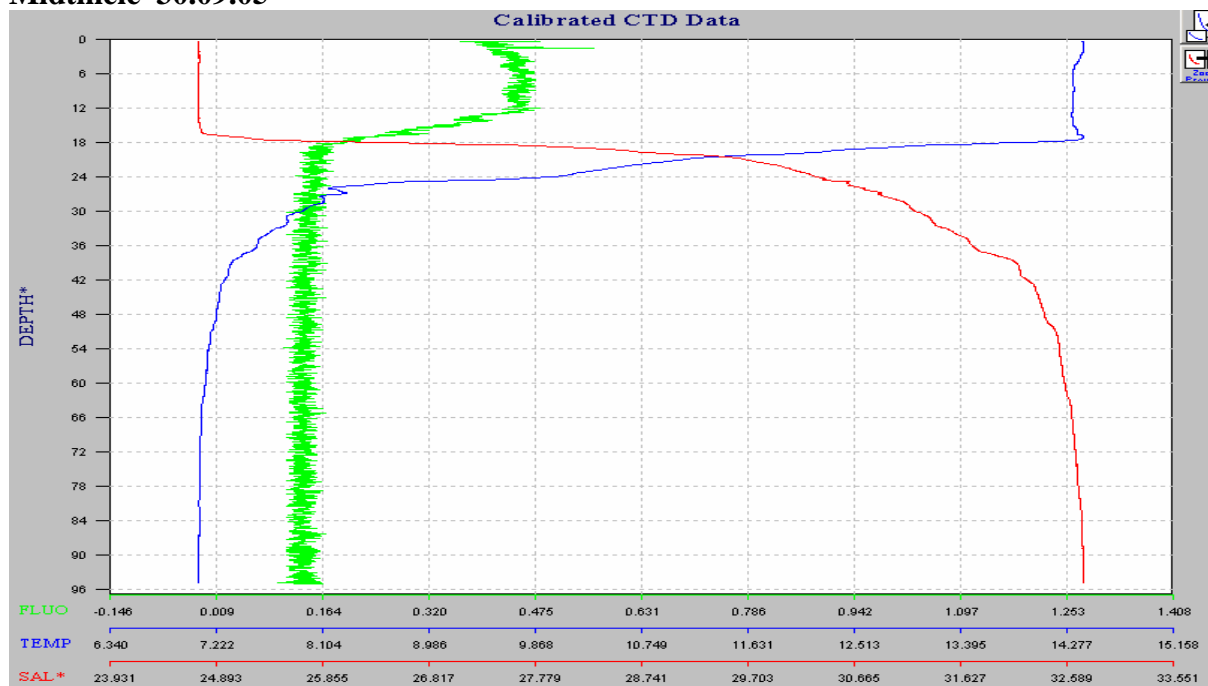
## Midtmeie 16.08.05



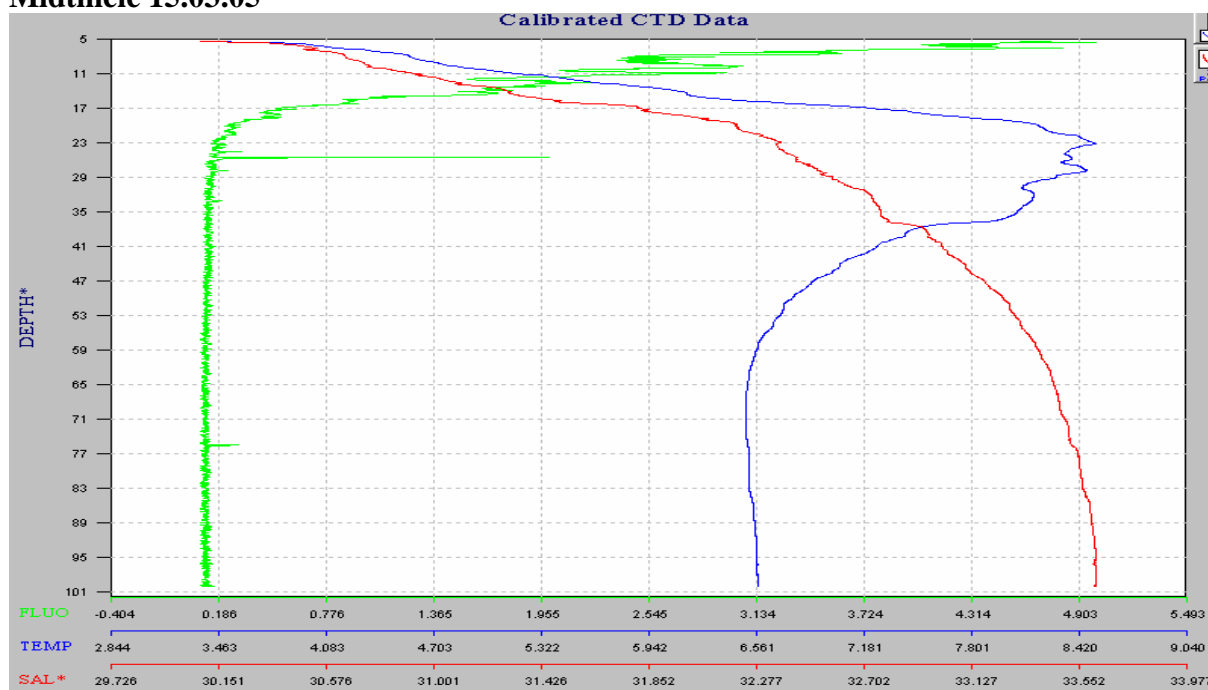
## Midtmeie19.08.2005



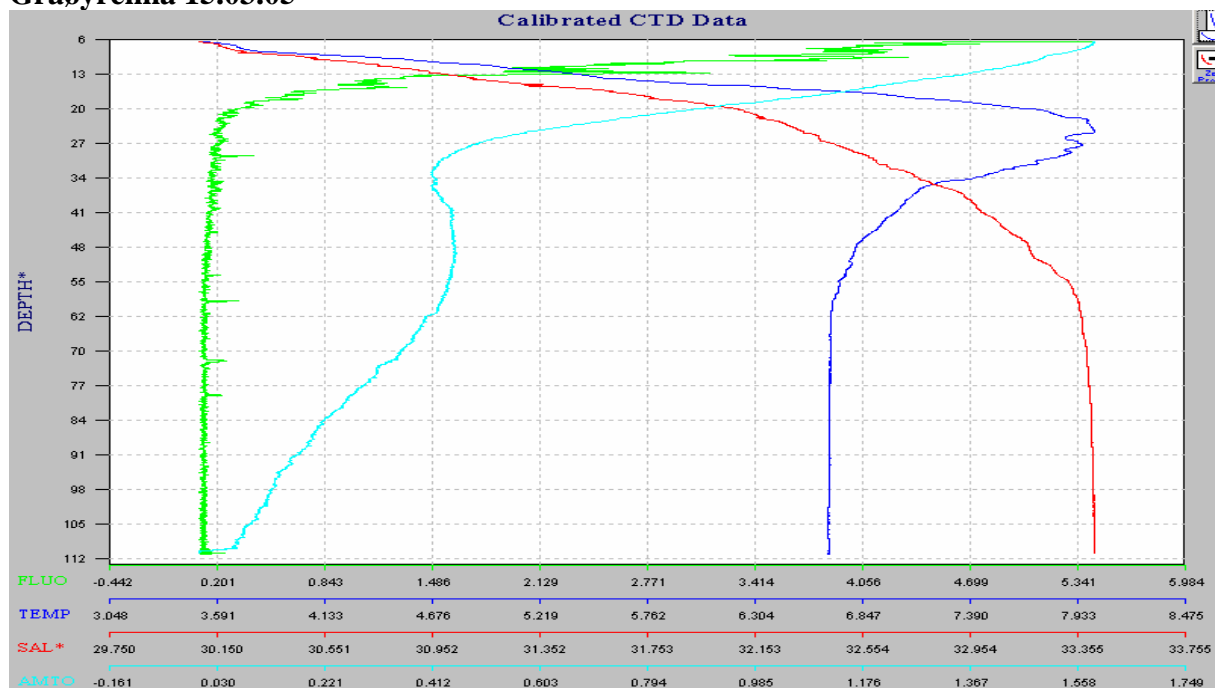
## Midtmeie 30.09.05



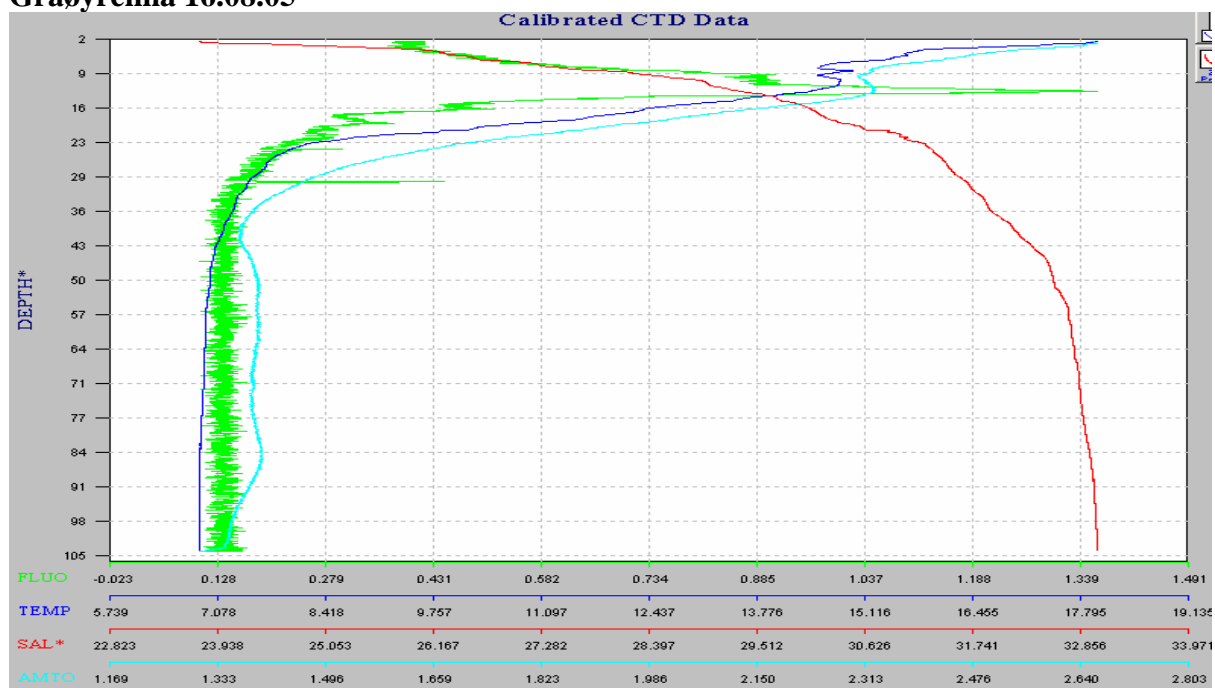
## Midtmeie 15.03.05



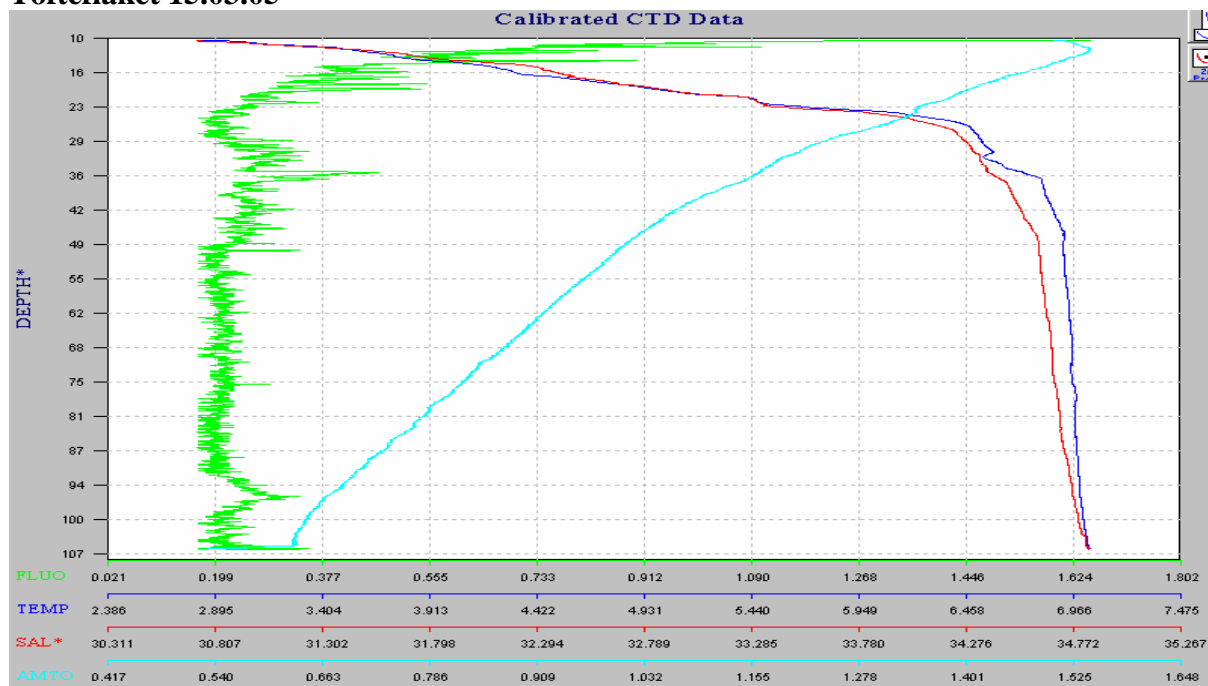
## Gråøyrenna 15.03.05



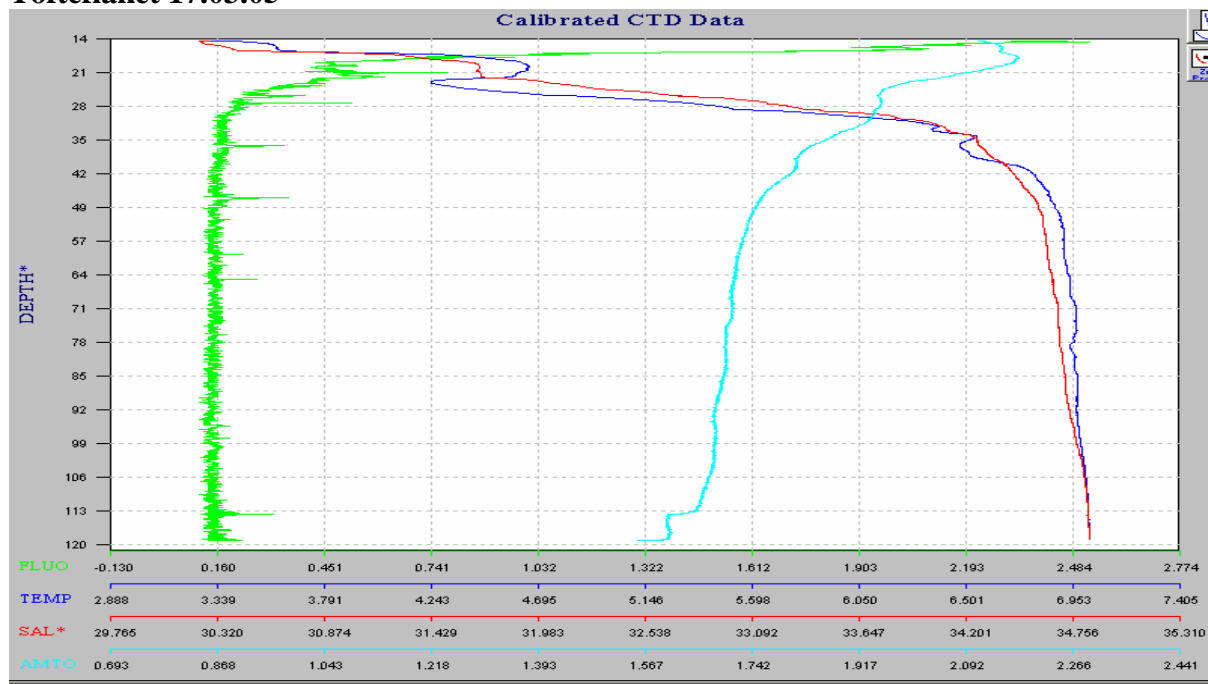
## Gråøyrenna 16.08.05



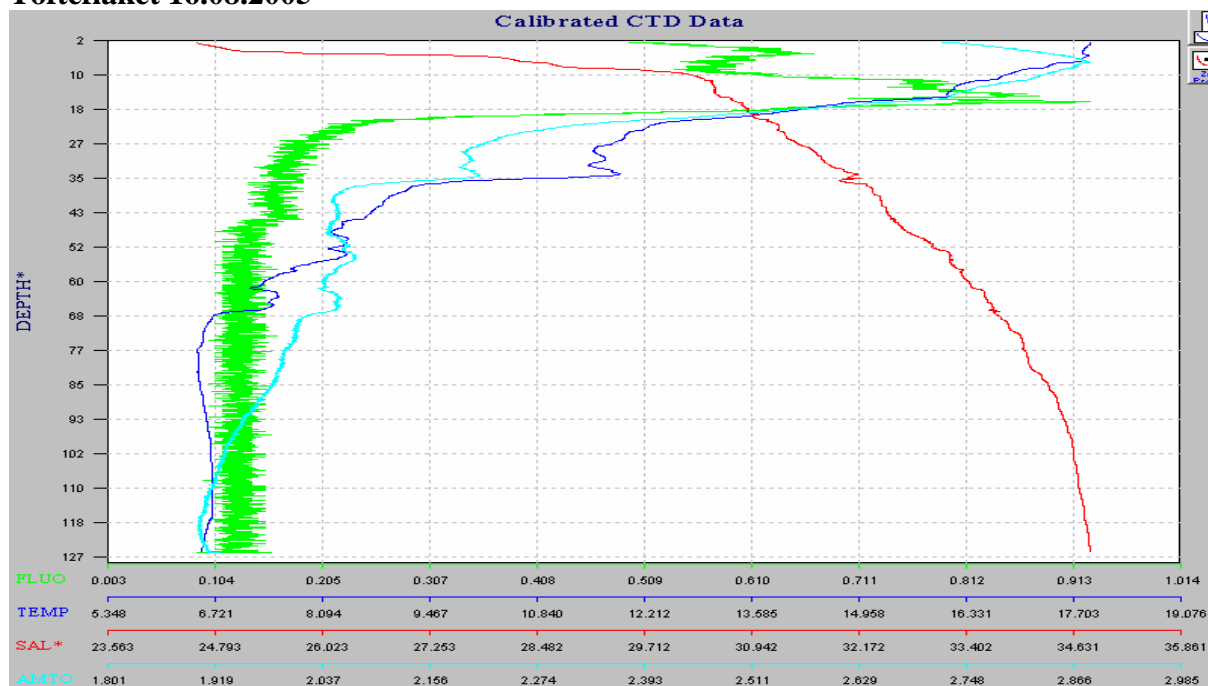
### Tofteflaket 15.03.05



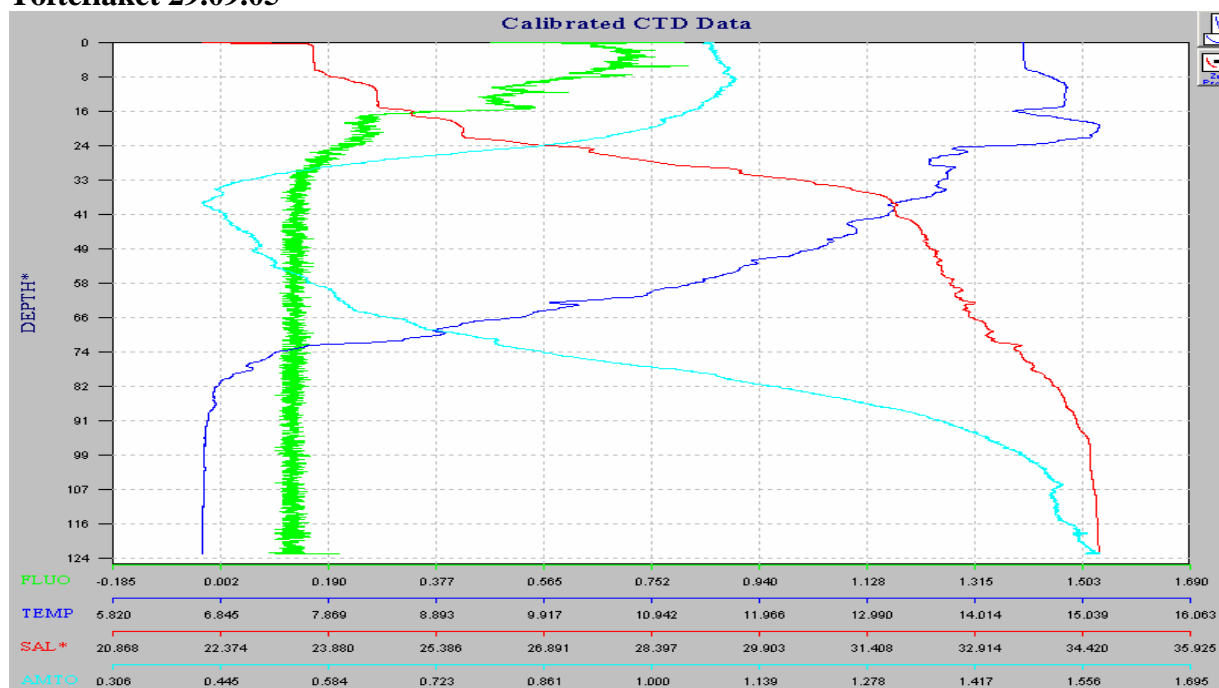
### Tofteflaket 17.03.05



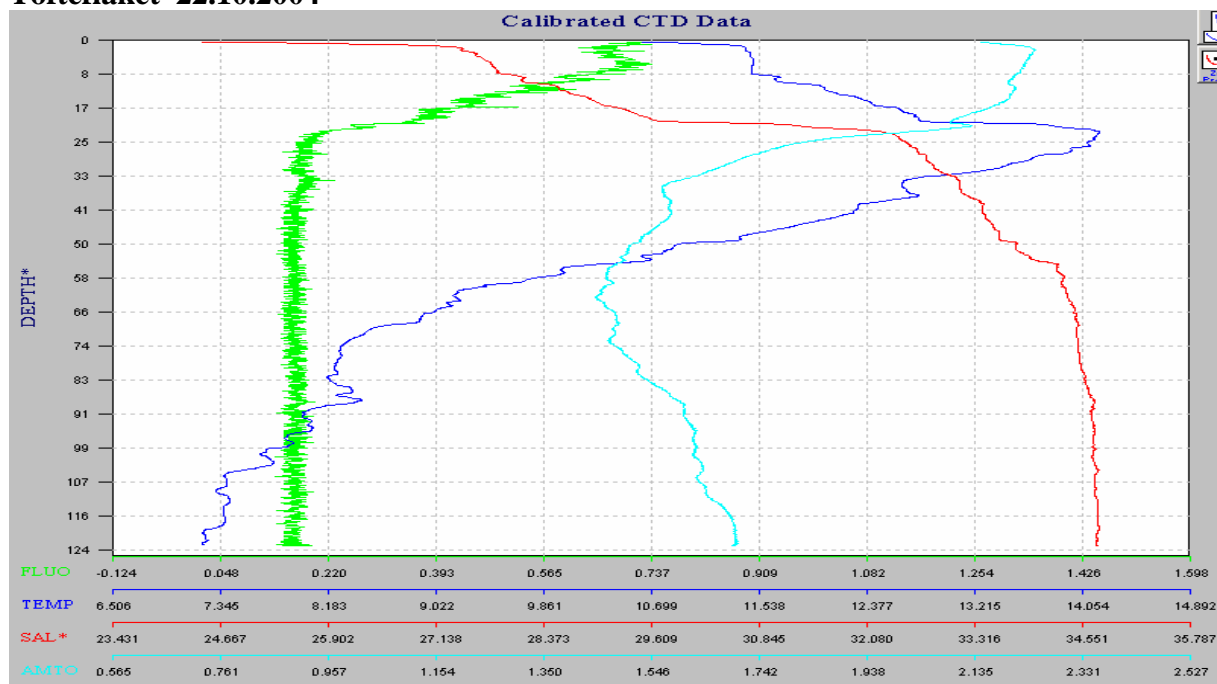
# Tofteflaket 16.08.2005



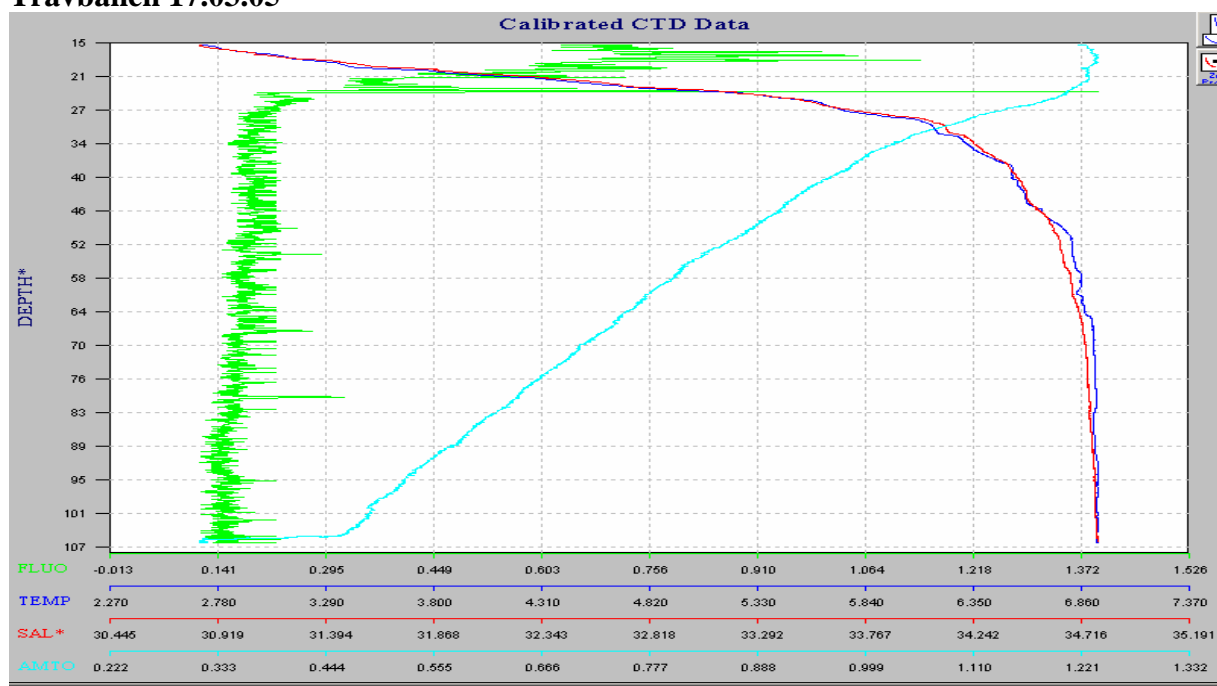
# Tofteflaket 29.09.05

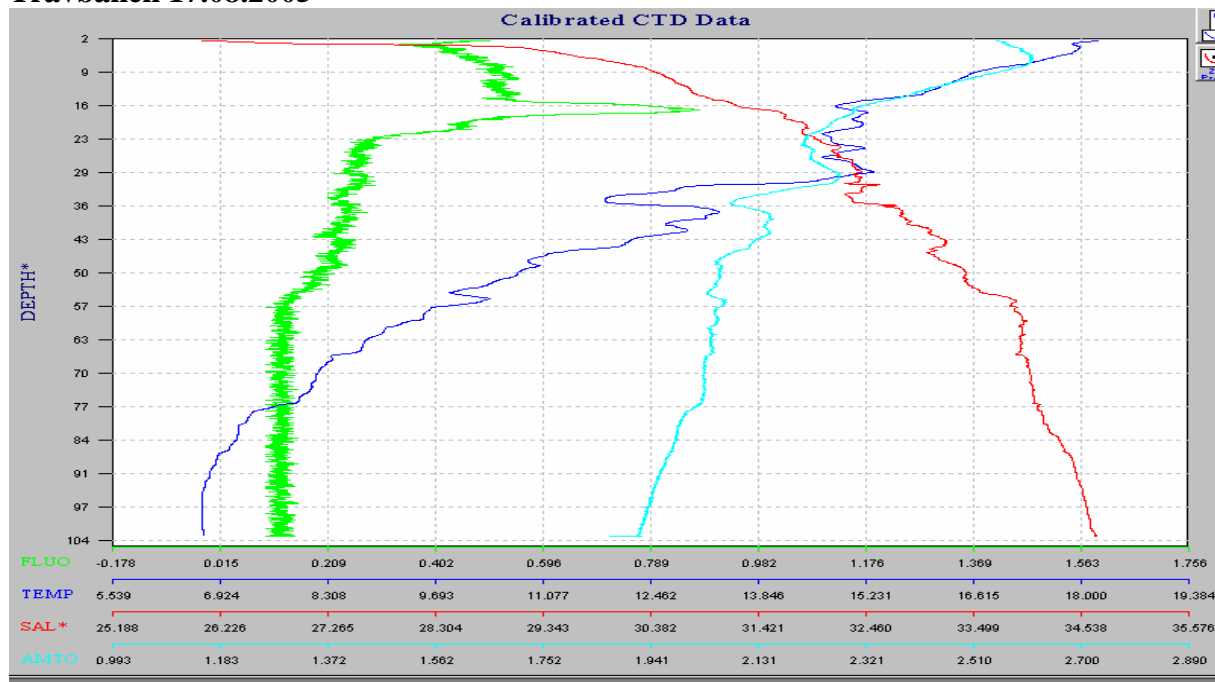
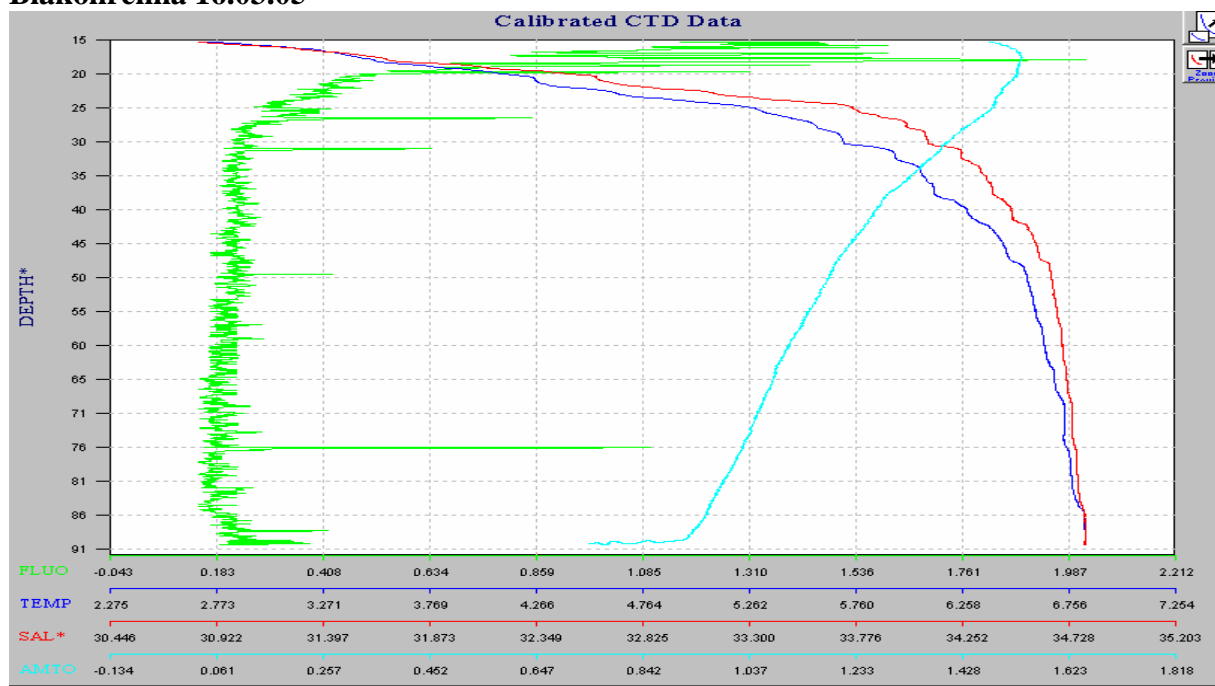


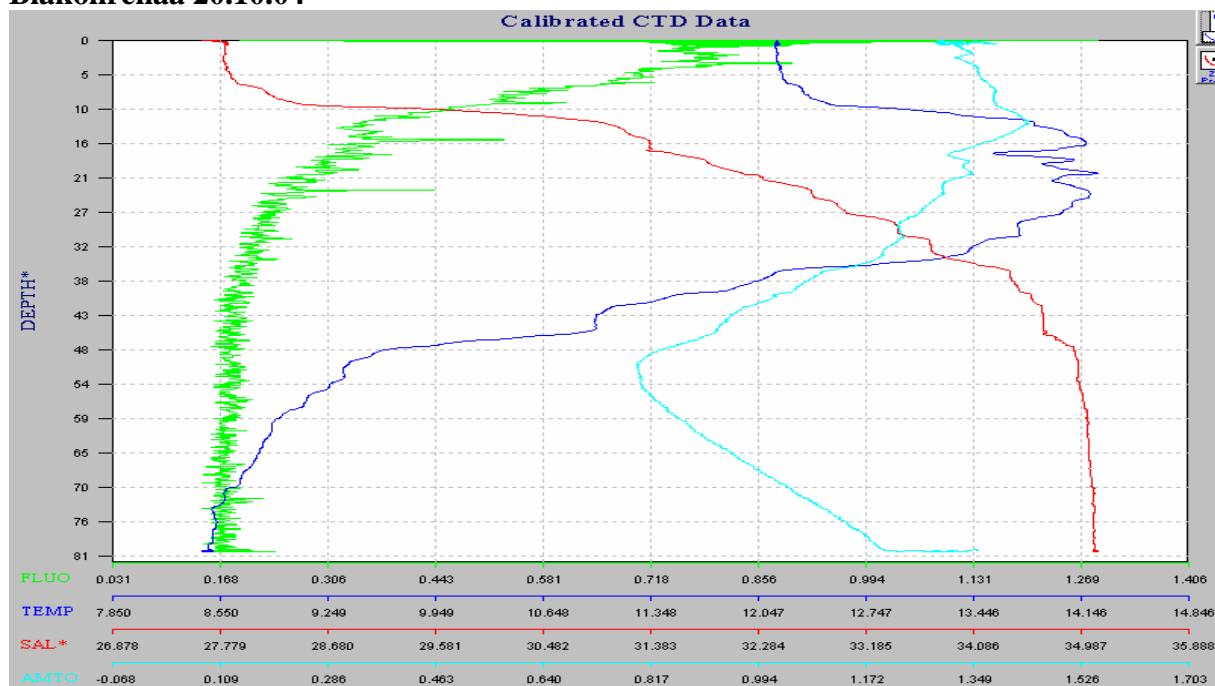
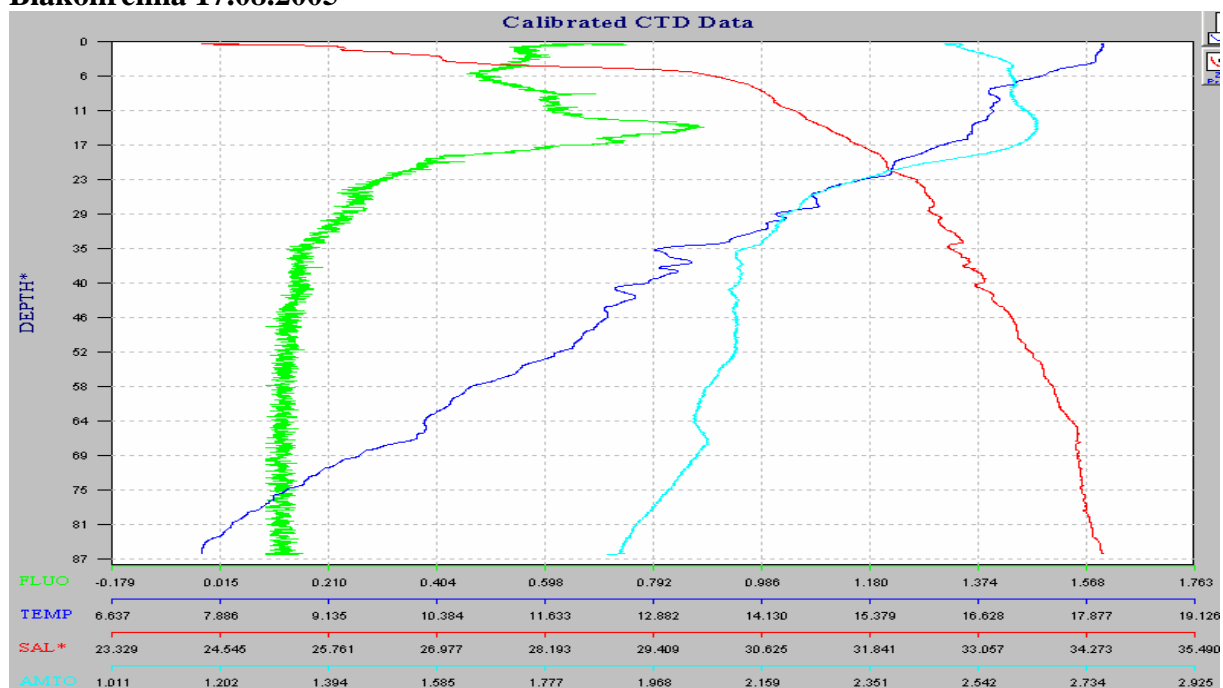
# Tofteflaket 22.10.2004



# Travbanen 17.03.05

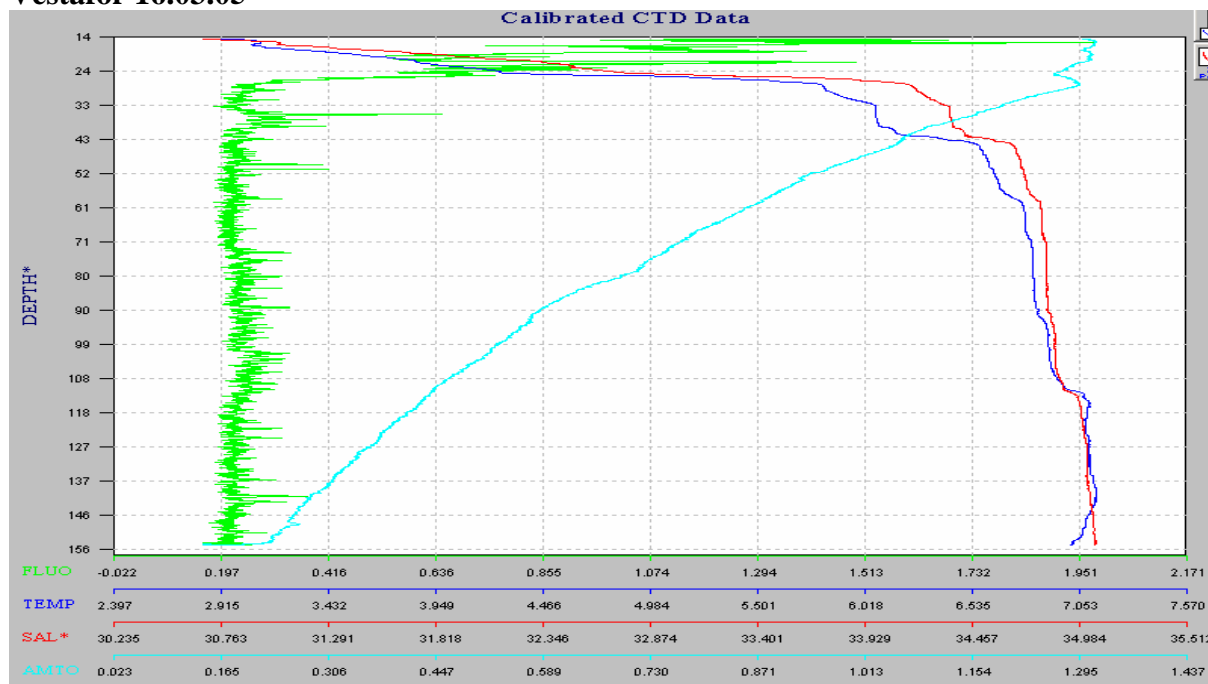


**Travbanen 17.08.2005****Blåkollrenna 16.03.05**

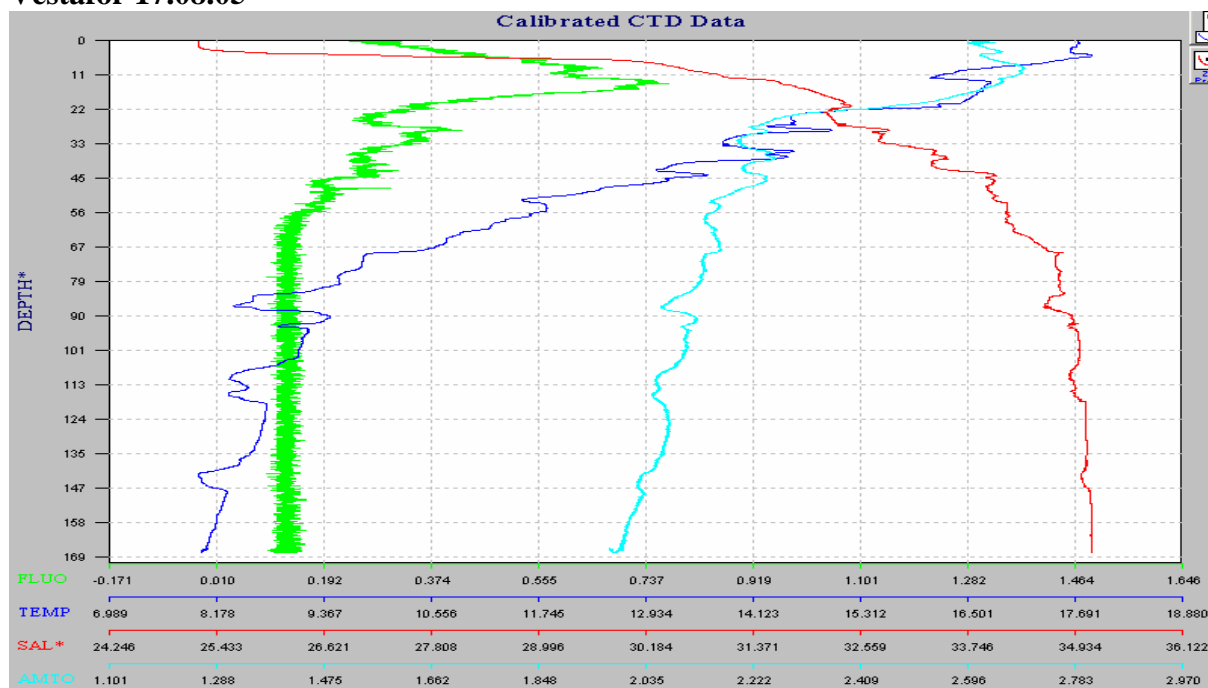
**Blåkollrenaa 20.10.04****Blåkollrenna 17.08.2005**



## Vestafor 16.03.05



## Vestafor 17.08.05



Vestafor 21.10.04

